الموسوعة المصورة في

العلوم والتكنولوجيا



القوى والحركة

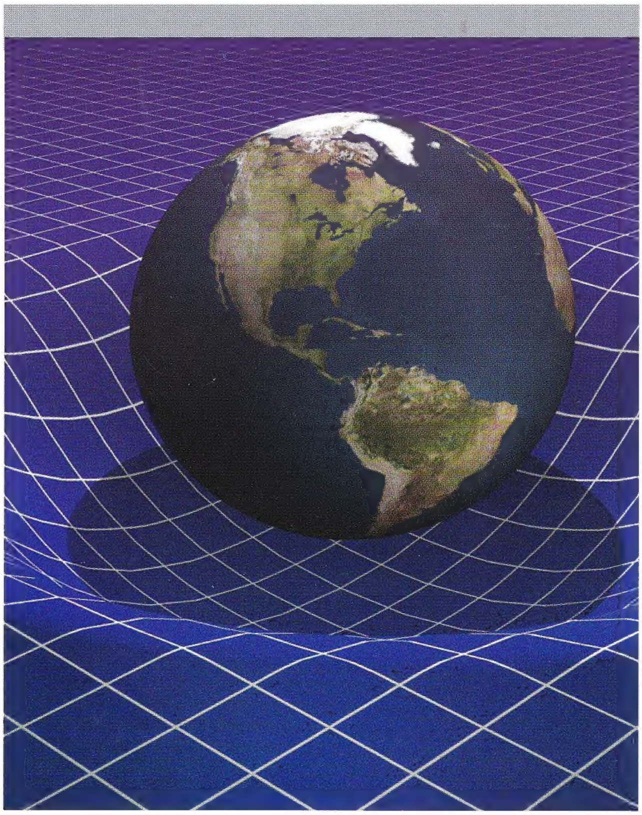
FORCE & MOTION

دار الراتب الجامعية

الموسوعة المصورة في

العلوم والتكنولوجيا

PICTORIAL SCIENCE INFOPEDIA



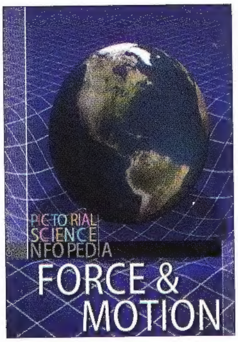
القوى والحركة

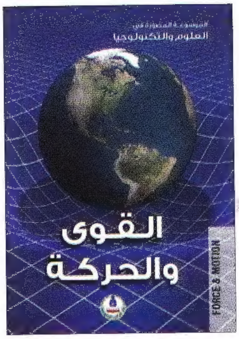
DAR EL RATEB
دار الراتب الجامعية

دار الراتب الجامعية Dar El Rateb
مقابل جامعة بيروت العربية ـ بناية اسكندراني (3)
الطابق الثاني ـ بيروت ـ لبنان
تلفون: 993 853 1 00961
895 853 1 00961
www.dar-elrateb.com

Original Title:
Pictorial Science Infopedia
FORCE & MOTION

الطبعة العربية: **القوى والحركة**
الطبعة الأولى First Edition: 2015





تعريب: محمد جمال قبيعة
الإخراج الفني: SAMO PRESS GROUP
مجلـد: ISBN 978-9953-30-683-4
الطبعة الأولى: 2015

المحتويات

ما هي القُوَّة؟



القُوَّة قد تكون قُوَّة دفع أو سحب

تتمثَّل القُوَّة بكلِّ شـيءٍ حولنا، وبكلِّ وقتٍ، مثل استخدام قلم الرّصاص، أو دَفْـع عربـة الأطفـال، أو المشـي وغيرهـا. فتعليـق الأشـياء أو وضعها أو موازنتهـا أو تحريكهـا أو تدويرها بسـرعةٍ، كلُّ هذه النشاطات تستخدم نوعـاً من أنـواع القُوَّة. وتأتـي القِوَى فـي عِدَّة أشـكالٍ كما أنَّهـا تُؤدِّي إلى شـيءٍ مـا. فالقُـوَّة وعلـى اختـلاف أشـكالها هـي مُطَبَّقـة تقريبـاً فـي كلِّ نشاطٍ في حياتنا، حيث قد تكون قُوَّة دفع أو سَـحْب، كما أنَّها شـيءٌ لا يمكن مشـاهدته أو لمسـه بل رُؤية أثره. وتنتج القُوَّة من التَّفاعل الذي قد يكون فيزيائيّاً أو غير فيزيائيٍّ وهي مُجمل الضَّغط المُطَبَّق على شـيءٍ ما. ويُمكن تعريفها كنتيجة دَفْعٍ أو سـحبٍ، أو يمكن أن تكون أيّ شـيءٍ يُسَبِّب أيّ شيءٍ آخر، كتسريع كُتلةٍ ما.

قِوَى الطَّبيعة

إن قُوَّة السَّـحب الجذبي للشَّـمس هي نوعٌ من أنواع القُوَّة التي تُمَثِّل جزءاً كبيراً مـن علـوم الفيزيـاء. فعلم الفيزيـاء يُكَرِّس الكثيـر من الوقت لدراسـة القِوَى الموجودة في كلِّ مكانٍ من الكَوْن. وقد تكون القُوَّةُ كبيرةً كجذب نجمٍ ما لكوكبٍ، وقد تكون صغيرةً كجذب النَّواة للإلكترون، فهي تنشـط في كلِّ مكانٍ في الكون وفي كلِّ الأوقات.



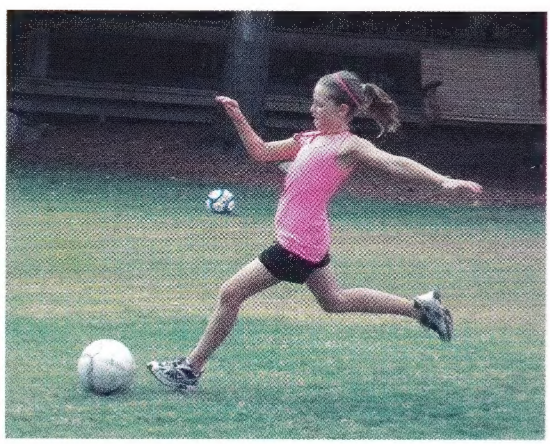
هل تعلم؟

- أنَّ القوَّة قد تبطئ الأشياء أو توقفها؟
- وأنَّ للقُوَّة مقدارٌ وتعمل في اتجاهٍ مُحَدَّدٍ؟

أمثلة عن القِوَى

مثلاً، إذا كنت كرةً في حقلٍ وقام شخصٌ بركلك، فإن قُوَّةٍ ما قد طُبِّقَت عليك، ونتيجة لذلك فإنَّك ستَثِب في الحقل. وغالباً

مـا يكون هنـاك عدّة قِـوَى مطبّقـة، ورُبَّما لا يـدرس علمـاء الفيزياء كلُّ هـذه القِوَى بنفس الوقت، لكن لو وقفت في مكانٍ ما فـإن عِدَّة قِـوَى تُطبَّق عليك. تلـك القِوَى تتضمَّن قُوَّة الجاذبيَّة، قُوَّة جُزَيْئات الهواء التي تضرب جسدك من كلّ الاتِّجاهات، قُـوَّة الرِّياح والقُوَّة التي تمارسـها الأرض والتـي تُدعـى قُـوَّةً طبيعيَّـةً. فقُـوَّة الجاذبيَّـة تتسبَّب بعودة الكُرة إلى الأرض. لِنَنْظُر الآن إلى القُوَّة التـي تُؤثِّر على كُرَة القدم قبل أن تقـوم بركلهـا. فوُجُـود الكُرَة علـى الأرض سـببه الجاذبيَّـة، وفـي نفس الوقـت تُمارس الأرض علـى الكـرة قُوَّةً صاعـدةً داعمةً لها. أمّـا علـى المسـتوى الجُزيْئي، فسـطح الكُرَة يتماسـك مع بعضه كمـا لو أنَّ الغـاز داخلها يحـاول التَّحـرُّر. ويوجد أيضاً قِـوَى صغيرة تُمـارس علـى الكـرة بِتَحَرُّك الرِّيـح، وهي قِـوَى صغيـرة جـداً لتقـوم بتحريـك الكرة لكنَّهـا موجـودة. كمـا أنَّـك لا تعـرف مـاذا يوجـد تحت الكـرة، فربَّما حشـرةً تحتهـا تحـاول دفعها، وهي قُـوَّةٌ أخرى يمكـن أخذها بالاعتبار. فإذا كان هنالك أكثـر مـن قُـوَّةٍ واحـدةٍ تؤثِّر على شـيء ما، ستُحسـب مجتمعـة إذا كانت بنفس الاتِّجـاه، أو تُطرح إذا كانـت باتِّجاهات معاكسـة. يقـوم العلمـاء بحسـاب القُوَّة بوحدة تدعى نيوتن Newton.



القُوَّة هي مُجمل الضَّغط المُطَبَّق على شيءٍ ما

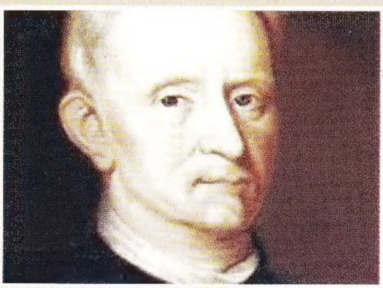


تَعَرَّف إلى

روبرت هووك

Robert Hooke

عالمٌ انكليزيٌّ في الفلسفة الطَّبيعيَّة، ومُصَمِّمٌ معماريٌّ وشخصٌ مُتَعَدِّد الثَّقافات. وضع في عام 1678، مقياساً للقُوَّة مُبيِّناً أنَّ المسافة التي يمتدُّ بها النَّابض تتناسب مع كَمِّيَّة القُوَّة المُطَبَّقَة عليه. واكتشف قانون المُرُونة، كما أنَّ نظريَّته حول القُوَّة باتت تُعرف بقانون هووك.



قياس القِوَى

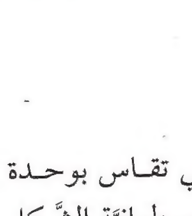


مقياس القوى

تُقـاس القِوَى باسـتخدام مقياس القِوَى Force Meter الـذي يتألَّف من نابضٍ مُرتبـط بِخُطَّـاف معدنيّ. يمتدُّ النَّابض عندما تُطبَّـق قُوَّة ما على الخُطَّاف وكُلَّما كانت القُوَّة المطبَّقة أكبر، امتَدَّ النَّابض أكثر والقراءة على المقياس تزيد. وحدة القيـاس تُدعـى نيوتن ولها رمـز (N)، وبالتَّالي فـإنَّ 100 نيوتن هي أكبر من 5 نيوتن.

وحدة القُوَّة

تُشـتقُّ وحـدة القُـوَّة مـن الكَمِّيَّـة أو الكُتلة التي تقـاس بوحـدة الكيلو غرام Kilogram. والكيلـو غـرام معـرُوفٌ بِكُتْلَـةٍ إسـطوانيَّةِ الشَّـكل مـن معدنيّ البلاتيـن والإريديوم وهي موجودةٌ في المركـز الدُّولي للموازين والمقاييس الكائـن فـي سـيفر Sevres قـرب باريـس في فرنسـا. كما يوجد نسـخة من هذه الإسـطوانة في المعهـد الوطني للمعايير والتِّقنيَّة National Institute of Standards and Technology فـي مدينـة غيثرسـبيرغ Gaithersburg فـي ميريلانـد، وهي تُمَثِّل معيار للكُتلة في الولايـات المتحدة الأميركيَّة. أمَّا وحـدة القُـوَّة أو النّيوتن فهي القيمـة المُرَبَّعَة للقُوَّة اللازمة لتسارُع كتلة كيلو غرام واحد مسافة متر واحد بالثَّانية.



هل تعلم؟

- أنَّ هناك أربع قِوَى رئيسة تُمارس في كافَّة أنحاء الكون وهي: قِوَى الجاذبيَّة، والكهربائيَّة، والمغناطيسيَّة، والنَّوَويَّة القويَّة والضَّعيفة.

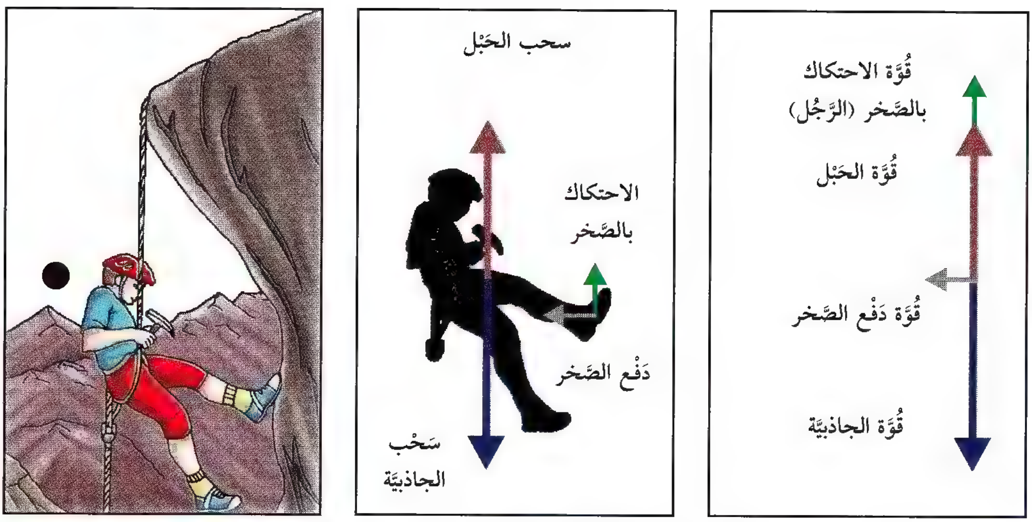
صيغة القُوَّة

القُـوَّة الصَّافية هي حاصل ضرب كتلة جسـم ما بتسـارعه، وهي: F=ma، والتي يدور كلُّ شيء في فلكها. F هي القُوَّة صافية، m هي كتلة الجسم وa وهي التَّسارع الذي يحدث، أمَّـا بالكلمـات فهي «القُوَّة الصَّافية المطبَّقة على جسـم ما تسـاوي قيمـة كتلة هذا الجسـم مضروبة بكميَّة تسـارعه».
فعلى سـبيل المثـال، القُوَّة الصَّافية المُطَبَّقَـة على كُرَة قدم تسـاوي قيمة كتلـة الكُرَة مضروبة بالتَّغيير في السُّـرعة في كلِّ ثانيةٍ.
هـل تلاحـظ التَّأثير اللَّطيف للرِّياح على كرة القدم حيث تكون

القُوَّة المطبّقة عليها صغيرةٌ جداً لأنَّ كُتلة الرِّياح هي صغيرةٌ جداً؟ فالكُتَل الصَّغيرة تُمارس عموماً قِوَى صغيرة تُؤدِّي عموماً إلى تسارُعٍ صغيرٍ.

القُوَّة وشُعَاع القُوَّة

شُعَاع القُوَّة Force Vector يصف كَمِّيَّة من القُوَّة مُطَبَّقة في اتِّجاهٍ مُحَدَّد. والقُوَّة هي الكَمِّيَّة المُوَجَّهَـة، وكَمِّيَّـة الشُّـعَاع هي الكمِّيَّـة التي لها مقدارٌ واتِّجـاهٌ. ولِوَصْفٍ كاملٍ للقُـوَّة المُطَبَّقَة على جسـمٍ ما، يجب أن تصف المقدار (القيمة الحجميَّة والعدديَّة) والاتِّجاه ولذلك تجد أن 10 نيوتـن لَيسـت وصفاً كاملاً لقُوَّةٍ مُطَبَّقَةٍ على جسـمٍ ما، بـل إن 10 نيوتن هبوطاً هو وصفٌ كاملٌ للقُوَّة المُطَبَّقَة على جسـمٍ ما، حيث يجب تعريف كلاًّ من المقدار (10 نيوتن) والاتِّجاه (هبوطًا) لوصف القُوَّة بشـكلٍ كاملٍ. ولأنَّ القُوَّة هي شُـعَاعٌ له اتِّجاهٌ، يشيع تمثيلها في الرُّسوم بسهمٍ يُبَيِّن اتِّجاهها في دِرَاسات علم الفيزياء بشكلٍ خاصٍّ. وحجم السَّهم يعكس مقدار القُوَّة واتِّجاهـه يُمَثِّـل الاتجاه الذي تُمارس فيـه القُوَّة. وعلاوةً على ذلك، وبما أنَّ القُوَّة شـعاعٌ فإنَّ التَّأثير المنفرد للقُوَّة على جسمٍ ما غالباً ما يُلغى بتأثير قُوَّةٍ أخرى.



يُستخدم مُخطَّط القُوَّة عادة ليُبَيِّن القِوَى المُطَبَّقَة على جسمٍ ما.

أنواع القوَى

القُـوَّة هـي مـا نفعلـه أو نَتَعَـرَّض لـه كلّ يوم، وهـي التَّأثير الذي يُسـبّب التَّغييـر الفيزيائي. وهنـاك عشـرة أنـواعٍ رئيسـة مـن القِـوَى هـي المفرُوضـة، والجاذبيّـة، والطبيعيّـة، والاحتـكاك، ومقاومـة الهـواء، والتَّوتُّر، والنَّوابض، والكهربائيّة، والمغناطيسـيّة، والقُـوَّة الدَّافعـة الصَّاعـدة. كلُّ قُـوَّةٍ من هذه القِوَى تقوم بشـيءٍ مختلفٍ، فبعضها يسحب وبعضها الآخر يدفع أمَّا البعض الأخير فيُسَبِّب التَّغيير في شكل الجسم.



قوى السَّحْب والدَّفْع

قُوَّة تتسبَّب بتغيير شكل جسم ما.

وتُصَنَّـف كلُّ أنواع القِوَى تحت نوعَيْن رئيسـين علـى قاعدة إذا كانت القُوَّة ناتجةً عن تفاعلٍ بين شيئيْن بالاحتكاك أو من دونه:

- **قُوَّة ناتجة عن احتكاك شيئيْن**
- **قُوَّة مُؤثِّرة عن بعد**

قِوَى الاحتكاك

تكـون هـذه الأنـواع مـن القِـوَى ناتجةً عـن تفاعل جِسْـمَيْن حيـث يمكن ملاحظـة اتصالهما المُباشـر. وهناك سـتَّة أنواعٍ من القِوى التي تُؤثِّر على أحد الجسـمَيْن عندما يتمُّ الاتّصال بينهمـا، علمـاً أنَّها قـد تكون دافعةً أو سـاحبةً. فـإذاً فالأنواع السِّتَّة هي فعلياً ثلاثة أنواعٍ يُقْسَم كلٌّ منها بين دافعٍ وساحبٍ، وهي القُوَّة الطَّبيعيَّة التي يدعم بها جسمٌ ما جسماً آخر، فمثلاً الكتـاب الموضوع علـى الطاولة يطبّـق قُوَّة. والقُـوَّة المُطَبَّقَة التـي تفرض على شـيء، وأخيـراً قُوَّة الاحتـكاك النّاتجة عن احتكاك جسمين.



هل تعلم؟

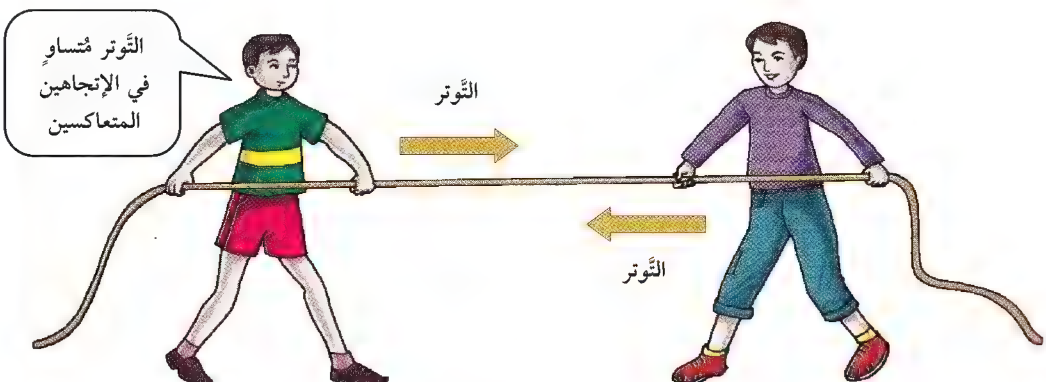
- أنَّ دَفْع لعبة السَّيارة هي طريقةٌ جيِّدةٌ لإظهار كيفيّة تحوُّل القُوَّة إلى طاقةٍ حركيّةٍ؟
- وأنَّ مقاومة الهواء هي نوعٌ من أنواعِ قِوَى الاحتكاك التي تقوم بإبطاء حركة الأشياء، فعلى سبيل المثال يُمكن للمِظَلَّة أن تبطئ جسماً ما بسبب مقاومة الهواء؟

1 ـ **قُوَّة الاحتكاك**: تَنتُج هذه القُوَّة من اتِّصالٍ مباشرٍ بين سطْحَيْن. وتُمارس قُوَّة الاحتكاك عندما يتحرَّك جسمٌ ما فوق آخر أو يدفعه للتَّحَرُّك فوقه، حيث يقسم هذا الاحتكاك إلى نوعين: أولهما زَلِقٌ. والثّاني ساكنٌ. وليست هذه هي الحالة دائماً، فقُوَّة الاحتكاك تُعَاكس أيضاً حركة الجسم. فعلى سبيل المثال، عندما ينزلق كتابٌ على سطح المقعد، يمارس المقعد قُوَّة احتكاك بعكس اتِّجاه الحركة.



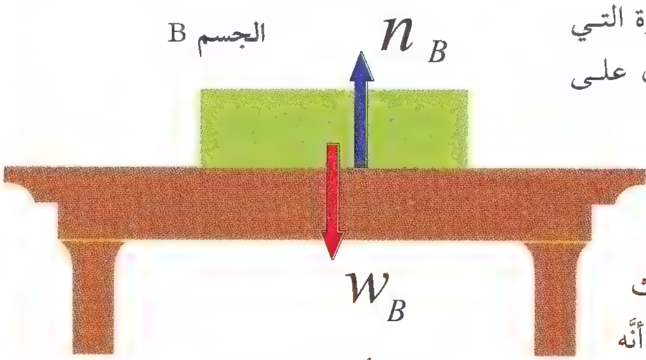
بالاحتكاك ينتج من تضاغُط سطحين على بعضهما مباشرةً، مسبِّباً قِوَى تجاذب الجُزَيْئات الدَّاخليَّة مع الجُزيئات لِكِلا السَّطحَيْن، حيث يتوقَّف الاحتكاك على طبيعة السَّطحين ودرجة التَّضاغط المشترك بينهما. فالاحتكاك يمكن أن يكون مفيداً مثل السَّيْر عبر الحقل دون الانزلاق، وقد يكون مُدَمِّراً كاحتكاك الأجزاء المُتَحَرِّكة في المُحَرِّك (السَّيَّارة مثلاً) والتي تحتكُّ ببعضها لفتراتٍ طويلةٍ.

2 ـ **قُوَّة التَّوتر**: هي القُوَّة المُرسَلَة عبر خيطٍ، أو حبلٍ، أو كابلٍ، أو سِلْكٍ، وتنتج عن السَّحْب بشِدَّةٍ من قبل قُوَّةٍ تُمارس من الطَّرف الآخر. وتُوَجَّه هذه القُوَّة على طول السِّلك وتُمارس قُوَّة سحبٍ متساويةٍ على كامل الجسم في الطَّرف الآخر.



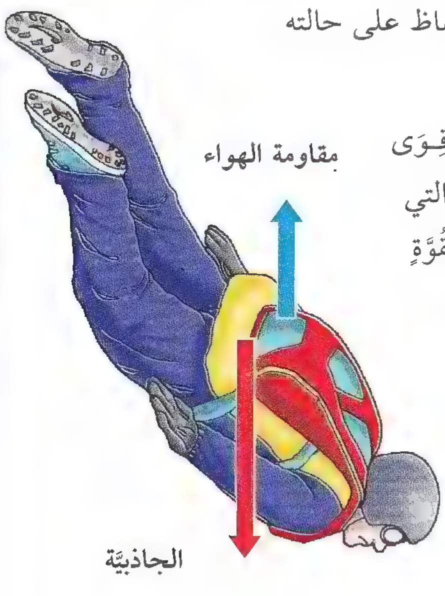
قوَّة التَّوتر

3 ـ **القُـوَّة الطبيعيَّـة:** هـي القُـوَّة التي يمارسـها سـطح الاتِّصـال على الجسم بشـكلٍ عموديٍّ وهـي مرتبطـةٌ مباشـرة بقُـوَّة الجاذبيَّـة، وذلـك حسـب قانون نيوتـن الثَّالث للحالـة الـذي ينصُّ علـى أنَّه عندمـا تُطبَّـق قُوَّة على جسـم مـا، سـيرُد ذلك الجسـم بقُوَّة مسـاوية لها ولكن بالاتجاه المعاكس. فالجسـم الموضوع على السَّـطح تُؤثِّر عليه قُوَّة الجاذبيَّـةً (بسـحبه للأسـفل)، لكنَّه يبقى في مكانه بسـبب القُـوَّة الطَّبيعيَّة التي تسـحبه الجسـم للأعلـى. أضـف إلى ذلـك أنَّ التَّغيير في قُـوَّة الجاذبيَّة سـينتج عنه تغييـر في القُوَّة الطَّبيعيَّة لتسـمح للجسـم الحفاظ على حالته المتوازنة الثَّابتة.



القُوَّة الطبيعيَّة

4 ـ **قُـوَّة مقاومـة الهـواء:** وهـي نـوعٌ مـن أنـواع قِـوَى الاحتـكاك التـي تُمارَس على الأشياء التي تنتقل في الهواء، ويمكن ملاحظتها كقُوَّةٍ مُعَاكِسَـة لحركة جسـم ما. وتُهمل هـذه القُـوَّة بشـكلٍ دائـمٍ بسبب تأثيرها الضَّئيل وبسـبب حقيقة صعوبـة تَـوَقُّـع قيمتـهـا رياضيًّا. تُلاحـظ هـذه القُـوَّة فـي الأشـيـاء التـي تتحرَّك بسـرعة، مثل لاعـب القَفْز الحُرّ في الهـواء ومُتَزَلِّج المنحدرات، أو في الأشياء ذات الأسطح الكبيرة.

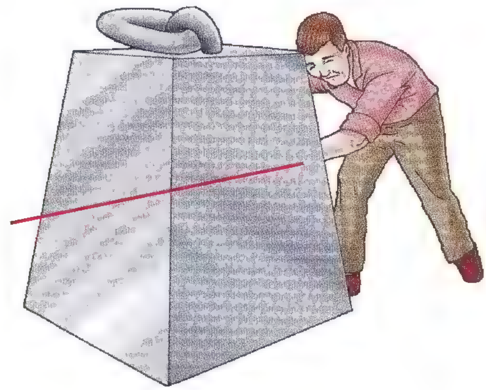


قُوَّة مقاومة الهواء



هل تعلم؟

• أنَّ الزَّخَم هي قُوَّةٌ تجعل من الصَّعب إيقاف شيء ما. فعندما تركض يكون لديك زَخَمٌ، وإذا أردت التَّوقُّف بسرعةٍ قد تقَع لأنَّ الزَّخَم يفرض عليك الاستمرار بالرَّكض؟



القُوَّة التَّطبيقيَّة

5 ـ **القُـوَّة التَّطبيقيَّة:** هي الطَّاقة المُمارسـة على جسـم ما من قِبَل شخص أو شيء آخر. فإذا دفع شخص ما طاولةً في الغرفـة فإن قُوَّةً تُفرض على الطّاولة، وهي القُوَّة التَّطبيقيَّة من قبل الشَّخص على الطَّاولة.

6 ـ **قُـوَّة النَّابـض:** هـي القُـوَّة التي تُمارس مـن قبـل نابض مضغـوط أو مُتمـدِّدٍ علـى جسـمٍ مربوط فيه. فالجسـم الذي يضغط أو يشـدّ النَّابض يتصـرَّف دائماً بناءً على القُـوَّة التـي تعيـده إلـى موقع سكونه أو توازنه. بالنّسبة لأغلب النّوابض (وخصوصـاً تلـك التي يُقال أنَّها تخضع لقانون هـووك)، فـإنّ مقـدار القُـوَّة يتناسـب مباشـرةً مـع كمِّيَّة شَـدّ وضغط النّابض.



هل تعلم؟

- أنَّ الجاذبيّة هي القُوَّة التي تسحب الأشياء باتِّجاه مركز الأرض، وكلُّ شيء في الجوّ ممسوك من قِبَل الجاذبيّة؟
- وأنّه عند ضغط أو سحب نابض فإنَّه يكتسب طاقةً مرونيّةً كامنةً؟

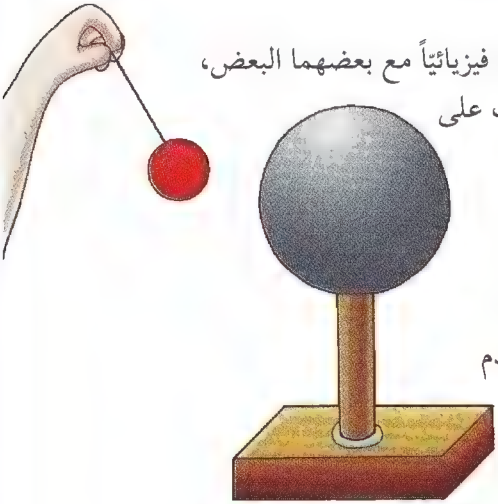
الطاقة الكامنة المرنة عند الضغط أو التمديد، يحصل النابض على الطاقة الكامنة المرنة



قُوَّة النَّابض

قُوَّة مُؤثِّرة عن بُعد

هي القِوَى النَّاتجة عن تفاعُل جسمَيْن غير مُتَّصلَيْن فيزيائياً مع بعضهما البعض، ومع هذا يمكنهما أن يمارسا الدَّفع أو الجذب على الرَّغم من تباعدهما الفيزيائيّ.



قوّة مؤثِّرة عن بُعد

مثال على هذه القِوَى هي قِوَى الجاذبيَّة، فالشَّمس والكواكب تقوم بممارسة قُوَّة سحبٍ جاذبيَّةٍ على بعضها البعض على الرَّغم من التَّباعد الفضائي الكبير بينها. وعندما تخرج من جَوّ الأرض، وينعدم اتِّصالك الفيزيائي المباشر بها، فإنَّك ستتبادل معها قُوَّة السَّحب الجاذبيَّة.

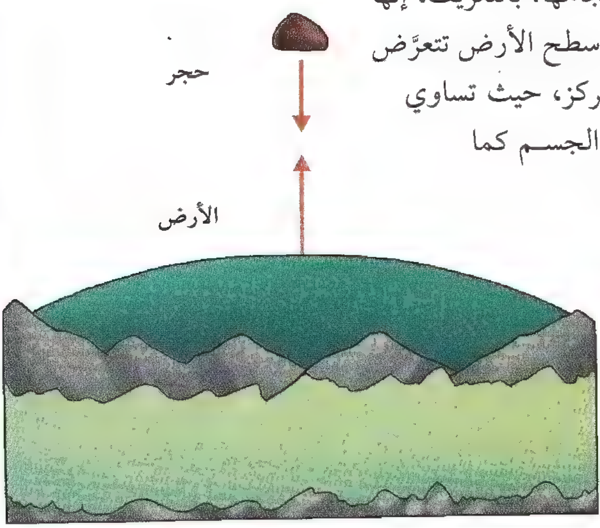
والقُوَّة الكهربائيَّة هي نوعٌ آخر من أنواع القِوَى المؤثرة عن بعد فمثلاً، البروتونات في نواة الذَّرَّة والالكترونات خارج نفس النَّواة تتبادل قُوَّة تجاذب كهربائيَّة مع بعضها البعض بالرَّغم من التَّباعد الفارغ والصَّغير بينها أيضاً.

والقُوَّة المغناطيسيَّة هي قُوَّة تأثيرٍ عن بعدٍ مثلاً، قطعتا مغناطيس تمارسان على بعضهما قُوَّة جذب مغناطيسيَّة بالرَّغم من تباعد عدة سنتمترات بينهما.

1 ـ القُوَّة الجاذِبَة: **هي القُوَّة التي تفرضها الأرض، والقمر والأجسام الأخرى الضَّخمة والكبيرة،** وتُعتمد لِجَذْب أشياء أخرى باتِّجاهها. بالتَّعريف، إنَّها وزن الجسم. فكلُّ الأشياء على سطح الأرض تتعرَّض للجاذبيَّة المُتَّجِهَة نزولاً إلى المركز، حيث تساوي قُوَّة الجاذبيَّة على الأرض وزن الجسم كما هو مُعَرَّف في المعادلة التَّالية:

$$F_{grav} = m \times g$$

حيث g = 9.8 نيوتن في كلِّ كيلو غرام (على سطح الأرض) و m = الكتلة (بالكيلو غرام).



القوَّة الجاذبة

2 ـ **القُوَّة الكهربائيَّة:** هي أيضاً من القِوَى المؤثِّرة عن بُعد.

فمثلاً، البروتونات في نواة الذَّرَّة والالكترونات خارج نفس النَّواة تتبادل قُوَّة تجاذب كهربائيَّة مع بعضها البعض بالرّغم من التَّباعد فيما بينها. والقُوَّة الكهربائيَّة هي القُوَّة التي تُنِيْر مصابيحنا وتُشَغِّل حواسيبنا. فعندما نرى شيئاً ما أو نلمسه أو نحسّ به، فإنَّ ما نتعرَّض له هو القُوَّة الكهربائيَّة، كما أنَّه عندما نستعرض عضلاتنا فإنَّنا نستخدم القُوَّة الكهربائيَّة. ويمكن تحويل الكهرباء إلى قُوَّة مغناطيسيَّة، والقُوَّة المغناطيسيَّة إلى قُوَّة كهربائيَّة، وأحياناً تكون كلاهما وتدعى بالقُوَّة الكهرومغناطيسيَّة.



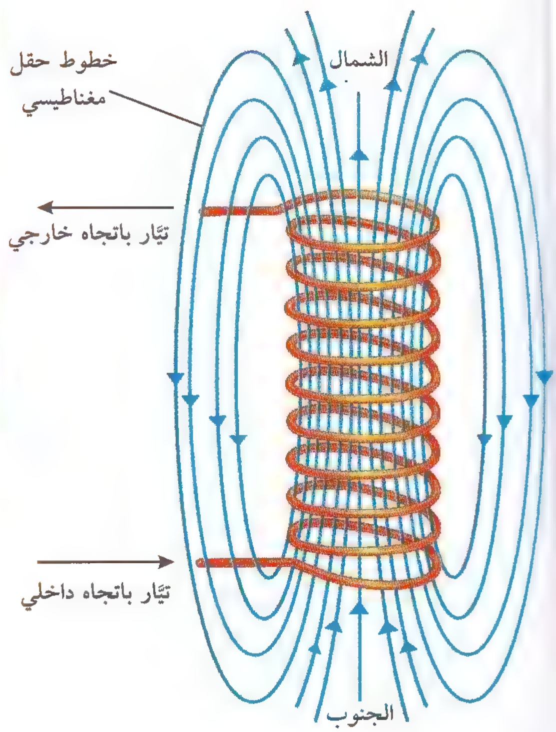
تَعرَّف إلى

أرسطو

Aristotle

ولد سنة 384 قبل الميلاد، وكان فيلسوفاً إغريقياً متعدِّد الجوانب الثقافيَّة ومن كبار مفكّري البشريّة، وهو تلميذ أفلاطون ومُعَلِّم الإسكندر الكبير. وأوّل من طَوَّرَ مجموعة من الأفكار المُنَظَّمة للعالم الماديّ، ويُشار لها بالفيزياء الأرسطوطاليسيّة. أمّا فيما يتعلَّق بمفهومه للقُوَّة، فقد قَسَّمَها حسب الحركة إلى طبيعيّة، وطوعيّة وإجباريّة، ومات سنة 322 قبل الميلاد[1].

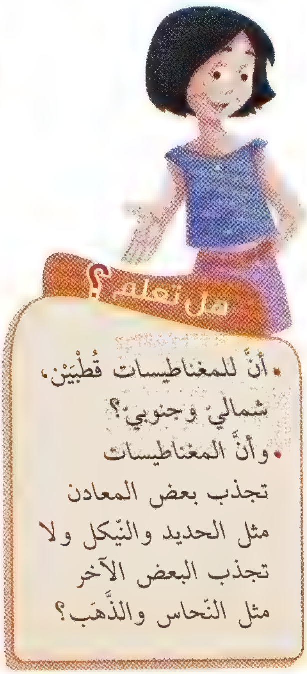


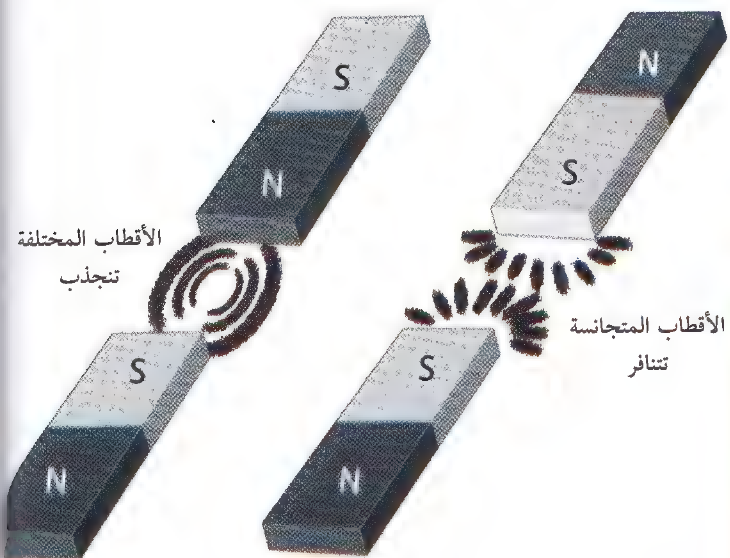


القوّة الكهربائيّة

(1) ويُقال: إن أرسطو أو أرسطاطاليس هو مؤسّس مذهب (فلسفة المشّائين)، وله مؤلّفات في المنطق والطّبيعيات والإلهيّات والأخلاق، أهمّها: (المقولات) و(الجدل) و(الخطابة) و(كتاب ما بعد الطّبيعة) و(السّياسة) و(النّفس).

3 ـ **القُوَّة المغناطيسيَّة**: تقوم المغناطيسات بجذب ودفع بعضها البعض حتى ولو لم تكن في حالة اتِّصال طبيعيٍّ وبِغَضِّ النَّظَر عن المسافة فيما بينها. إنَّ هذه القُوَّة تنتج عن الجُزيْئات الأوَّليَّة المشحونة كهربائيّاً وتُدعى الألكترونات التي تكون دائمة الحركة. وقُوَّة الجذب بين جسم ما ومغناطيس تدعى بالقُوَّة المغناطيسيَّة، أَمَّا الحَقْل المغناطيسي فيتكوَّن من خُطُوطٍ وهميَّةٍ ناتجة عن التَّدفُّق الآتي من الجُزَيْئات المتُحرِّكَة والمشحونة كهربائيًّا. والشُّحنة الكهربائيَّة هي خاصيَّة لبعض الجزيئات الأوليَّة وبينما القِوَى الكهربائيَّة هي الموجودة بين الشّحنات الكهربائيَّة السَّاكنة، فإن كُلاًّ من القِوَى الكهربائيَّة والمغناطيسيَّة موجودة بين الشّحنات الكهربائيَّة المُتَحرِّكة. فالقُوَّة المغناطيسيَّة بين شحنتَيْن مُتَحَرِّكَتَيْن هي القُوَّة المُمَارسة على شحنةٍ واحدةٍ من قبل الحَقْل المغناطيسي الذي تخلقه الأخرى. والقُوَّة ستساوي الصِّفر إذا كانت الشَّحنة الثَّانية تتحرَّك باتِّجاه الحقل المغناطيسي الذي تسببه الأولى، وستكون القُوَّة أعظميَّة إذا تَحَرَّكَت الشَّحنة على الزَّاوية الصَّحيحة للحقل المغناطيسي. والقُوَّة المغناطيسيَّة مسؤولة عن عمل المُحَرِّكات الكهربائيَّة وحالة الجَذْب بين المغنطيس والحديد. وتكون واضحةً عندما يتَّصل معدنٌ مُمَغْنَطٌ مع مادَّةٍ أخرى مُمَغْنَطَة أيضاً، وتُقاس هذه القُوَّة عادةً بوحدة النيوتن وإتجاهها يُحَدَّد حسب قانون اليد اليمنى Right Hand Rule.

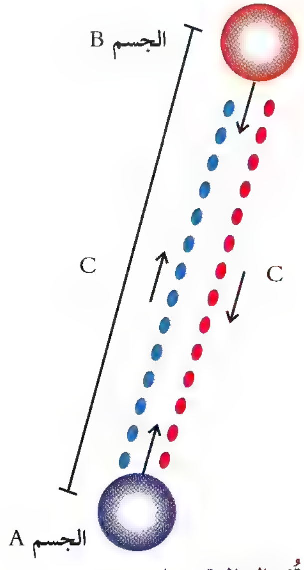




القُوَّة المغناطيسيَّة

قُوَّة الجاذبيَّة

قُـوَّة الجاذبيَّة هي القُوَّة التي تمارسـها الأجسـام الكبـرى بحقلها المغناطيسـي على أي جسـمٍ قريـبٍ مـن سـطحها، وتعتمـد علـى ثلاثـة عوامـل هـي كتلـة الجسـم الكبيـر، كتلـة الجسـم الأصغـر والبعـد الفاصـل بينهمـا وهـو المقـاس بيـن محورهما الهندسـيّ. وبمـا أنَّ الكواكب هي ذات هيئـةٍ كُرَوِيَّةٍ، فـإنَّ نواتها تُعتبر محورها الهندسـي. إنَّها القُوَّة المرتبطة بالأرض، القمر وأي جسم ضخم جدًّا.



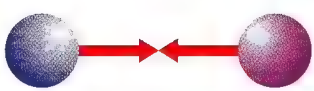
قُوَّة الجاذبيَّة تعمل حسب حالتها الآتيَّة


مراقب للجسمَيْن A وB

ونحن نعرف قُـوَّة الجاذبيَّة موجودة عندما لا يحدث شـيءٌ. فعندما نستيقظ من النَّوم، نجـد أننـا بقيتـل فـي أسـرَّتنا ولـم نطـفُ عند سـقف الغرفـة. وعندما نقـوم بتنظيف أسـناننا، لا نقفز قفزات مجنونة لنمسـك بالفرشـاة التي تدور في فضاء الحمَّام. والعلماء لا زالوا يسـألون هـذا السّـؤال منذ آلاف السّـنين وما زالوا يعملون على تفسـيره، ومفـاده أن الجاذبيَّة هي التي تعطـي الأشـياء أوزانها وتُسَـبِّب التَّجاذب بيـن الجُزيئات، علماً أنَّ حجم العنصرين والمسـافة بينهمـا يُحَدِّدا كميَّة الجاذبيَّـة المطلوبة. كُلَّما كان الجسـم أضخم كُلَّمـا كانت القُوَّة أكبـر، وكُلَّما كانت المسافة أكبر كانت قُوَّة الجاذبيَّة أصغر.

وفي حياتنا اليوميَّـة، الجاذبيَّة هي ما تجعل أقدامنـا ثابتةً علـى الأرض بينما نمشـي، وهـي السَّـبَب المباشـر للمَـدِّ والجَـزْر صعـوداً وهبوطاً، كما أنَّها المسـؤولة عـن المُحافظـة على مـكان القمر، الكواكـب والمـواد فـي الفضاء، كُلٌّ في مداراه.


تعمل قُوَّة الجاذبيَّة بين كلِّ الأجسام


كلَّما زادت الكتلة زادت القُوَّة


كلَّما زادت المسافة تقلَّصت القُوَّة

قُوَّة الجاذبيَّة

قِوَى الجاذبيَّة

وصـل نيوتـن فـي النِّهايـة إلـى أنَّـه فـي الحقيقـة كُلاًّ مـن التُّفَّاحـة والقمر يتأثَّران بنفس القُوَّة، وأطلق عليها اسم «الاجتذاب» أو Gravitation المُشتَق من الكلمـة اللاتينيَّة Gravitas والتي تعني حرفيّاً «الثِّقل» أو «الوزن». عرَّف نيوتـن قُوَّة الجاذبيَّة فـي كتابه الأصول الرِّياضيَّة للفلسـفة الطَّبيعيَّة Principia على أسـاس أنَّ كلَّ جُـزَيْء مادّيّ في الكـون يجـذب كلَّ جـزيء آخـر بقُوَّةٍ نسبيَّةٍ ومباشرة بالنِّسبة لكتلة الجُزَيْئات والمتناسـبة عكسـاً لمُربَّـع المسـافة بينهما. ورياضيّاً يُترجم هذا في مُعادلة القُوَّة التي تُعرَّف فيها الكميَّات كما يلي:



إنَّ للتُّفَّاحة كتلةٌ مُعَيَّنَةٌ تجعلها تسقط تحت تأثير الجاذبيَّة

(Fg) = قُوَّة الجاذبيَّة (مُحَدَّدَة نموذجيّاً بالنِّيوتن).

(G) = الثَّابت الجذبي والذي يضيف المستوى الصَّحيح للتَّناسب في المعادلة، حيث قيمته

N ⁎ m2 / kg2 11-x 10 6.67259

وذلك على الرَّغم من أنَّ القيمة ستتغيَّر إذا استخدمت وحدات أخرى.

(m1 و m1) = كتلة الجُزَيْئين (بالكيلو غرام).

(r) = المسافة المستقيمة بين الجُزَيْئين (بالمتر).



هل تعلم؟

- أنَّ قُوَّة الجاذبيَّة على ارتفاع 100 كيلومتراً عن سطح الأرض هي أقلُّ بنسبة 3 ٪ ممّا هي عليه السَّطح؟
- وأنَّ سبب عمليَّات المَدّ والجَزْر يعود إلى دوران الأرض وتأثيرات جاذبيَّة القمر والشّمس؟

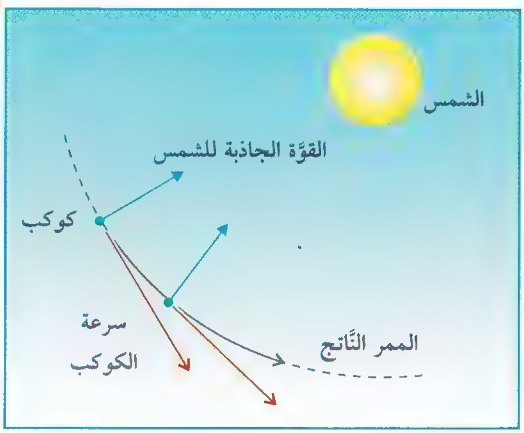
قِوَى التَّجاذب

إنّ جاذبيَّة الأرض تسـحب الأشياء إلى مركز الكوكب، ونحن لا نتحـدث عـن الجاذبيَّة العاطفيَّة، إنَّمـا عمليَّة جذب الأرض لك وإبقائك على سطحها، علماً أنَّ السَّحب يُبيِّن أن الجاذبيَّة عاملـة. وكلُّ شـيءٍ له كتلةٌ فـي الكون يمارس سَـحْب جذبيّ

أو قُـوَّة على كلّ الكتـل الأخرى، وحجم ذلك السَّحب يتوقَّف على كُتَل الأجسام. فأنـت تُمارس قُوَّة جذبٍ على الأشـخاص مـن حولـك، لكن هـذه القُوَّة ليسـت كبيرة لأنَّهم ليسوا ذوي كُتَل ضخمة. قُوَّة الجذب بيـن الأرض وجُزَيْئات الهواء هيَ قويَّة بما فيـه الكفاية لتُبْقِي الغـلاف الجَوِّي قريباً من سـطح الأرض، بينمـا الكواكـب ذات الكُتَـل الأصغـر ربمـا تكـون غيـر قـادرة علـى حمل غلافها الجَوِّي.

الجاذبيَّة الكواكبيَّة

مـن الواضـح أنَّ الجاذبيَّـة مهمَّـةٌ جـداً علـى كوكب الأرض، والسَّـحب الجاذبي التي تقوم به الشَّـمس يُحافظ على الأرض تدور حولها. وحركة القمر تتأثَّر بجاذبيَّة الشَّمس والأرض، وتقـوم قُوَّة السَّـحب الجاذبي للقمـر بالتَّأثير على الأرض من خلال الارتفاع والانخفاض فـي المَدِّ والجَزْر يوميًّا. فعندما يَمُرُّ القمر فـوق المحيط، يحدث انتفاخٌ في مسـتوى المـاء. وبمـا أنَّ الأرض تدور، فـإنَّ القمر يَمُرّ فـوق أجزاء أخرى من الأرض مُسَـبِّباً الانتفـاخ في مـكان آخر. المَـدُّ والجَزْر لا يتعلَّقـان بمراحـل القمـر، إنَّما همـا ثابتَيْن بِغَـضِّ النَّظَـر عَمَّـا إذا كان مُكْتمـلاً أو في بدايتـه، حتى أنَّ مكانهما لا يتغيَّر. أمَّا الآن



إنَّ الأرض تخضع بشكلٍ مستمرٍّ لجاذبيَّة الشَّمس



تعرَّف إلى

غاليليو غاليلي

Galileo Galilei

كان غاليليو غاليلي عالماً إيطالياً وأحد كبار علماء زمانه بالحساب والفيزياء والفلك، ومن مخترعاته: ميزان الحرارة، والمنظار الفلكي، واكتشف حركة دوران الأرض حول الشَّمس. ولد غاليليو غاليلي عام 1564 ومات عام 1642. وتوصَّلَ غاليليو إلى خلاصة أنَّ الأجسام تسقط على سطح الأرض بنفس التَّسارُع، لأنَّ قُوَّة الجاذبيَّة التي تؤثر فيها الأرض على كلِّ الأجسام التي تسقط هي قُوَّةٌ ثابتةٌ.



فسنُثِير فكرة مهمَّةٍ تفيد بأن الأرض تُنتج تسارعاً ثابتاً على كلِّ الأجسام عليها. فإذا رميت حَبّة بَلُّوط أو بيانو من الأعلى، فإنَّ تسارع جاذبيّة الأرض على كلٍّ منهما يكون بنفس النِّسبة (ثابت). فعلى الرّغم من اختلاف قُوَّة الجذب الأرضيَّة على الأجسام لأنَّ كتلها مختلفة، لكنَّنا نُلاحظ أنَّ التَّسارع يكون ثابتاً وذلك لأنَّ الجاذبيَّة الأرضيَّة تؤدي إلى تسارُع الأجسام عندما تسقط وبشكلٍ ثابتٍ تَسْحَب الأجسام، كما تزداد سرعتها بشكلٍ ثابتٍ.

ماذا عن الرِّيشة؟

تسقط الرِّيشة والكُرَة بنفس السُّرعة في الخلاء (وسط مكانٍ مُفَرَّغ من الهواء) ويقول النَّاس دائماً: (ماذا عن الرِّيش؟ إنَّه يسقط ببطء شديد). ومن المعروف أننا مُحَاطون بالهواء، وعندما تسقط ريشةٌ، فإنَّها ستسقط ببطءٍ لأنَّ الهواء يُشَكِّل عائقاً في طريقها؛ أي: يوجد مقاومة هواء كبيرة، وهذه المقاومة هي التي تجعل حركة الرِّيشة أبطأ. وقوى المُقاومة المُطَبَّقة على الرِّيشة والكرة هي نفسها، ولهذا السَّبَب عندما نقوم بإسقاط ريشةٍ في حُجرةٍ خاليةٍ من الهواء فستسقط بنفس سرعة الكُرَة.



عندما تسقط ريشةٌ، فإنَّها تسقط ببطءٍ لأنَّ الهواء يُشَكِّل عائقاً في طريقها

اجتذاب أم جاذبيَّة؟

الجاذبيَّة هيَ قُوَّة الجَذْب الموجودة بين أيِّ كتلتَين، أو جسمين، أو جُسَيْمَيْن. والجاذبيَّة لا تعني فقط قُوَّة الجذب الموجودة بين الأشياء والأرض، إنَّما هي أيضاً قُوَّة الجذب الموجودة بين جميع الأشياء، في كلِّ مكانٍ من الكون. اكْتَشَفَ السِّير إسحق نيوتن[1] (Sir Isaac Newton 1642–1727) أنَّ لتغيير سُرعة أو اتِّجاه حركة جسمٍ ما، يتطلَّب الأمر إخضاعه لقُوَّةٍ. كما أدرك أنَّ القُوَّة التي تدعى «جاذبيَّة» لا بدَّ أنَّها هي المسؤولة عن سقوط تفاحةٍ من شجرةٍ، كما أنَّها المسؤولة عن إبقاء البشر والحيوانات على سطح كوكبنا الدَّوَّار دون أن يُقذفوا عنه.

---

(1) السِّير إسحاق نيوتن: فيلسوفٌ وعالِم، ورياضيٌّ وفيزيائيٌّ وفلكيٌّ إنكليزيٌّ، وهو الذي اكتشف تكوين الضياء الشَّمسي سنة 1669، واكتشف قوانين الجاذبيّة 1687.



الجاذبية هي قوَّة الجذب الموجودة بين جسمَيْن

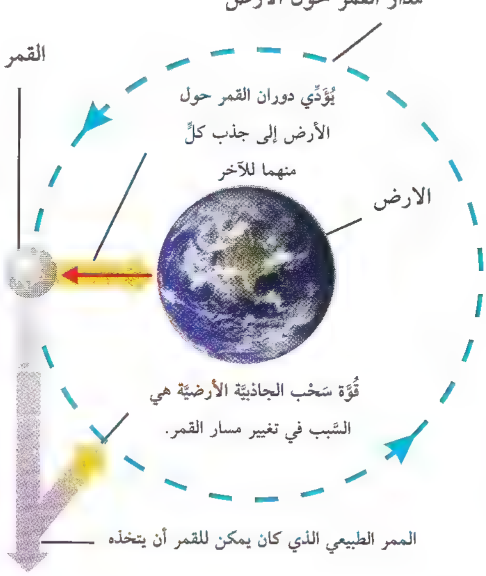


هل تعلم؟

• أنَّ الجاذبيَّة تبقي الأرض والكواكب الأخرى في المجموعة الشَّمسيَّة في دورانٍ مُستمرٍّ حول الشَّمس، كما أنَّها السَّبب المباشر لدوران القمر حول الأرض؟

ماذا عن القمر؟

نُفكِّر أحياناً في السَّبَب الذي يمنع القمر من السُّقوط، بالرّغم من جاذبيَّة الأرض القويَّة. حسناً، إنَّ الجواب على ذلك هو أن القمر يسقط طوال الوقت لكن دون أن يقترب منَّا. لو لم يكن هنالك قُوَّة ما تؤثِّر عليه لأصبح القمر يتحرَّك في خَطٍّ مستقيم. «يسقط» القمر في سيره من خط مستقيمٍ إلى خطٍّ مُقَوَّس حول الأرض وينتهي به المطاف دائراً حولنا، حيث تحافظ عليه جاذبيَّة الأرض في مدار مُحَدَّد، لذلك لا يمكنه أن ينطلق بخطٍّ مستقيمٍ بهذه البساطة. والأمر شبيه بِرَبْطِ كُرَة صغيرة بخيط ثمَّ جعلها تُدور في دائرة. فإن قُمتَ بِقَطْع الخيط، ستُقذف الكُرَة بِخَطٍّ مستقيم في الاتِّجاه الذي كانت تسير به عند القطع.

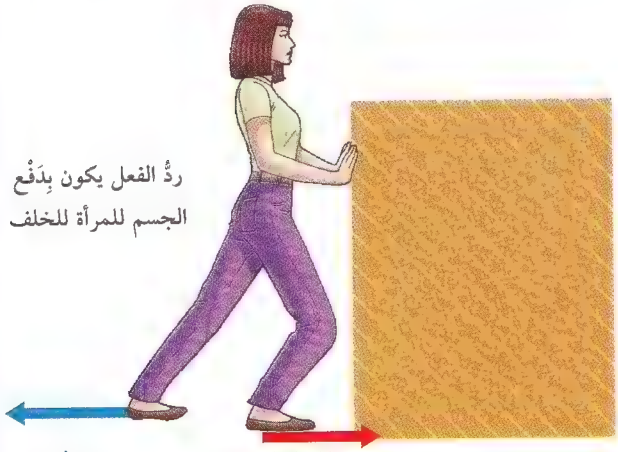


إنَّ جاذبيَّة الأرض تجعل القمر يدور في مدار حولها

قُوَّة الاحتكاك

ما هو الاحتكاك؟

الاحتكاك هو مقاومة الحَرَكة عندما يُفرك جسمٌ على جسمٍ آخر، فعندما يتمُّ فَرْك جَسْمَين ببعضهما البعض يتولَّد احتكاك.



إنَّ الاحتكاك **هو** القُوَّة التي تحول دون تَحَرُّك الأشياء بسهولة

ما هي قُوَّة الاحتكاك؟

الاحتكاك هـو قُوَّة تحول دون تَحَرُّك الأشـياء بسهولة، وتنشأ هذه القِوَى عند حَكِّ جسـمٍ ما بجسـمٍ آخر. تأخذ هذه القِوَى منحىً معاكساً لاتجاه الحركة، لذلك يُسَبِّب الاحتكاك صعوبة تَحَرُّك الأشياء، حيث يمكن لجسم ما أن يُتابع حركته لمُدَّة أطول بدون قِوَى الاحتكاك. وعادةً ما تكون القِوَى الاحتكاكيَّة على السُّطوح الخشنة أكبر مما هي عليه على السُّطوح النَّاعمة، فقُوَّة الاحتكاك تنشأ من سطح ما في حال تحريك جسم ما عبره أو عند بذل جهد للتَّحَرُّك عبره.

ويوجد على الأقل نوعين من الاحتكاك، المُنْزَلِق والمُستقرّ. فعلى الرّغم من أنَّ قُوَّة الاحتكاك غالباً ما تُعارض حركة الجسم، لكن الحالة ليست كذلك دائماً، حيث يمكن أن ينتج الاحتكاك عند ضغط سطحين على بعضهما البعض بإحكام ممَّا يُؤدِّي إلى خَلْق قِوَى جذب بين جُزَيْئات كل منهما. علماً أنَّ ذلك يعتمد الاحتكاك على طبيعة السَّطحيْن وعلى درجة الضَّغط المُطَبَّقَة عليهما. وبما أنَّ القُوَّة الاحتكاكيَّة تنتج عن سطحين يحدث بينهما تلامُس، يمكن لعمليَّة الاحتكاك أن تكونَ مُفيدة كالاحتكاك الذي يسمح للشَّخص بالمشي على الأرض دون الانزلاق، كما يمكن أن يُسَبِّب التَّلف كالاحتكاك المُتَوَلِّد عن



هل تعلم؟

- أنَّ الاحتكاك يُولِّد كهرباء ساكنة؟
- وأنَّ الاحتكاك السَّلِس يُستخدم في الألعاب المائيَّة لكي تنزلق بسرعةٍ ولُطفٍ على المُنزلقات الضَّخمة؟



إنَّ الزَّيت يُستخدم في مُحرِّكات مُختلف الآلات لكي تدور بأقلّ قَدْرٍ ممكن من الاحتكاك

الأجـزاء المُتَحَرِّكة فـي المُحَرِّك حيث تتآكل هذه الأجزاء على مَرِّ الزَّمن.

أنواع الاحتكاك

الاحتكاك الجاف: هـو النَّوع الذي تكلَّمنا عنه أعـلاه، والذي يحدث عندما يتلامس جسـمان صلبان مع بعضهما البعض. فإن كان الجسـمان لا يتحرَّكان، يُدعى الاحتكاك المُسـتقرّ، أما إن كان الجسـمان مُتَحَرِّكان فيدعى عندها النَّشِط أو المُنزلِق.

الاحتكاك السَّلِس: يتضمَّن هذا النَّوع السَّوائل أو الهواء، ويحدث عند مقاومة الهواء للطَّائرة أو عند مقاومة الماء للقارب.

احتكاك التَّدحرُج: يحدث هذا الاحتكاك عندما تتدحرج كُرَةٌ فوق سطحٍ.

احتكاك الانـزلاق: هـو حالـةٌ من الاحتكاك السَّـلس حيث يفصل سـائلٌ بين سـطحي الجسـمين المُحْتَكَّين.

احتكاكٌ كاملٌ للسَّطح الخارجي للجسم: هو القُوَّة المقاومة لحركة جسمٍ صلبٍ خلال الماء.



تعرف إلى

ليوناردو دافنشي

Leonardo Da Vinci

من نوابغ عصر النَّهضة، ولد في فينيتشي بإيطاليا سنة 1452 ومات سنة 1519.

كان مخترعاً، ومهندساً، ورياضياً، ومعمارياً، ورسَّاماً إيطالياً، كما كان أوَّل شخصٍ يدرس الاحتكاك بشكلٍ منهجيٍّ، حيث كان مدركاً أهمِّيَّة الاحتكاك في عمل الآلات. وركَّزَ على جميع أنواع الاحتكاك وميَّزَ بين احتكاك الانزلاق واحتكاك الدَّحرجة، وأمّا أشهر لوحاته: (الجوكوندا) و(العشاء السِّرّي).



الاحتكاك والطّاقة

عندما ينزلق جسمٌ ما على آخر، يبدأ بالتَّباطؤ بسبب الاحتكاك. وهذا يعني أنه يفقد طاقةً، ولكن هذه الطّاقة لا تتلاشى بل تتحوَّل من طاقةٍ حركيَّةٍ إلى طاقةٍ حراريَّة. وهذا هو السَّبب الذي يجعلنا نقوم بفرك أيدينا ببعضهما عندما نشعر بالبرد، إذ أنَّ هذه العمليَّة تُولِّد احتكاكاً وبالتَّالي حرارة.

منع الاحتكاك



في التَّزلُّج على الجليد، تضمن الشَّفرات الرَّفيعة للزَّلَّاجة احتكاكاً أقل بالثَّلج

نحتاج في بعض الحالات إلى منع حُصُول الاحتكاك لتُصبح الحركة أسهل وأفضل، والأشياء التي يمكن استخدامها في حالاتٍ مماثلةٍ هي كُرَة أو عجلة، لأنَّ دور منهما يُخَفِّض الاحتكاك. ويوجد طريقةٌ أخرى تساعد على تقليل الاحتكاك وهي باستخدام الزَّيت أو الشَّحم، حيث تُستخدم هاتَين المادَّتَين لتقليل الاحتكاك في الآلات والمُحَرِّكات. كما يوجد طريقةٌ ثالثةٌ لتقليل الاحتكاك وهي بتقليص مساحة سطح الاحتكاك، وهي الطَّريقة التي تعمل بها الزلَّاجات، حيث تسمح الشَّفرة الرَّقيقة للزَّلَّاجة بتقليل الاحتكاك بينها وبين والجليد.

استخدام الاحتكاك

للاحتكاك فائدةٌ كبيرةٌ أيضاً، فلولاه لا يمكننا البقاء ثابتين، وننزلق في كافَّة الأرجاء. والاحتكاك هو العنصر الأساسي الذي نستخدمه لفرملة سياراتنا، كما نستخدمه لجعل طائراتنا تطير. ولو لم يكن يوجد احتكاك بين الأرض وأحذيتنا لكنا سقطنا أرضاً، كما لن نستطيع تدوير قبضة الباب أو تدفئة أجسامنا بدونه.



احتكاك الأجزاء معاً يخلق الحرارة

مزايا قِوَى الاحتكاك

- يمكن لِنَجم كُرَة السَّلَّة خطف الكُرَة والتَّحكُّم بتسديدها في السَّلَّة بشكلٍ أفضل بسبب زيادة الاحتكاك.
- عندما نسير لا ننزلق بسهولة بسبب الاحتكاك بين أحذيتنا والأرض.
- في كلِّ مَرّةٍ تركب فيها الدَّرَّاجة، يساعدك الاحتكاك بين الإطارات والطريق على عدم الانزلاق.



في كلِّ مرَّةٍ تركب فيها دراجتك، يُساعدك الاحتكاك بين الاطارات والطّريق على عدم الانزلاق

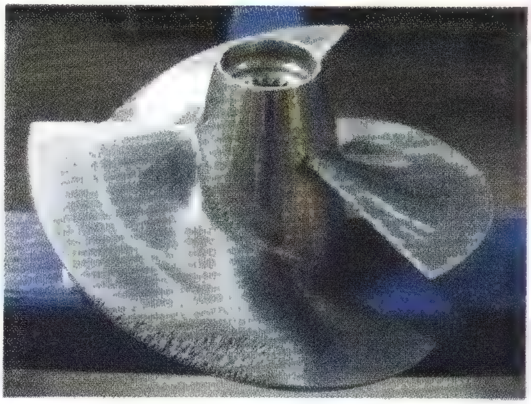
مساوئ قِوَى الاحتكاك

صعوبة الحركة: يمكن أن يُسَبِّب الاحتكاك مشاكل أو أن يكون مصدر ازعاجٍ. فعندما تريد نقل غرضٍ ما، يمكن للاحتكاك جعل عملك أكثر صعوبة لأنَّ الحركة تصبح أكثر صعوبة. كما أن الاحتكاك الزَّائد يمكن أن يجعل انزلاق صندوق على الأرض صعباً، وأيضاً فإنَّ ركوب الدّراجة أو المشي في الثُّلُوج الكثيفة.

هَدْر الطَّاقة: في أيّ نوعٍ من المركبات مثل السَّيَّارة، والقارب، أو الطَّائرة، يستوجب الاحتكاك الزَّائد استخدام وقود إضافي للتّشغيل.

ارتفاع درجة حرارة الأجزاء: قانون انحفاض الطَّاقة ينصُّ على أن كمِّيَّة الطَّاقة تبقى ثابتة، وبالتَّالي فإن الطَّاقة التي «تُفْقَد» في الاحتكاك أثناء محاولة نقل غرض ما تتحوَّل فعليّاً إلى طاقةٍ حراريَّةٍ، حيث احتكاك الأجزاء معاً يخلق الحرارة.

جعل الأشياء بالية: أي جهاز يحتوي أجزاء مُتَحَرِّكة فإنَّها يمكن أن تبلى سريعاً بسبب الاحتكاك. لهذا يستخدم التَّشحيم الذي لا يُؤمِّن فقط التَّحرُّك بسهولةٍ للأجزاء ولكن يمنعها أيضاً من التَّلَف.



أي جهاز يحتوي أجزاء مُتَحَرِّكة
يمكن أن يُبلى سريعاً بسبب الاحتكاك

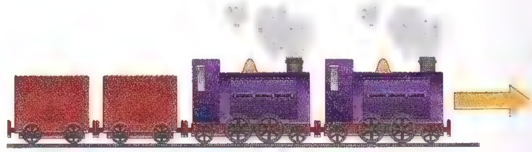
التَّسارع والقُوَّة المغناطيسيَّة

ما هو التَّسارع؟

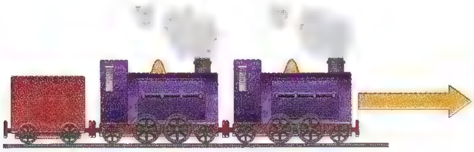
عندما نكون في نزهةٍ في السَّيَّارة أو نشاهد سِباقاً، نسمع كلمات مثل زِدْ سرعة التَّسارع قليلاً. فعندما يتحرَّك غرض ما بسرعةٍ مُعَيَّنَةٍ أو ثابتةٍ، وفجأة يزيد أو يُقَلِّل سرعته، وهو ما يُسَمَّى بالتَّسارع. وهذا العامل هو المسؤول عن التَّغيير في سرعة الحركة، حيث التَّسارُع هو وسيلة لقياس مدى هذا التَّغيير. فعلى سبيل المثال عندما تركب الدَّرَّاجة، تبدأ بالسَّيْر ببطءٍ شديدٍ لأنَّك بالكاد تدوس على الدَّوَّاسات. وبعدها تنتقل إلى التَّدويس بأقصى ما تستطيع، لزيادة تسارعك، ثمّ تعود للسَّيْر بسرعةٍ عاديَّةٍ عندما تتوقَّف عن التَّدويس بشكلٍ مُجْهِدٍ وتنتقل إلى الشَّكل الطّبيعيّ. في كلِّ تلك الحالات أنت لا تزال سائراً، لكنك لم تعد تُسْرِع، فقط تسير على طول الطّريق في سرعتك العاديَّة. فإذا توقَّفت عن التَّدويس الآن، فسيؤثِّر الاحتكاك على إطارات الدَّرَّاجة، وستبدأ مباشرة بالسَّيْر بشكلٍ أبطأ، وهو ما يُسَمَّى بالتَّسارع السَّلبي أو التَّباطؤ. فأنت لا تزال سائراً، لكنك تتباطأ. وأحد الأسباب الهامَّة للتَّسارع هو الجاذبيَّة، وعلى الرَّغم من أنَّنا قد تعوَّدنا على استخدام كلمة «سرعة»، إلَّا أنَّ هذه الكلمة لا تُحَدِّد بدقَّةٍ أيَّة قياسات مُفيدة علميّاً نظراً لأنّ الهدف هو قياس التَّدَرُّج. فشُعَاع السُّرعة Velocity هو المعيار المُفَضَّل للتَّعبير عن «السُّرعة Speed» وعند



التَّغيير في سرعة الحركة هو المسؤول عن التَّسارع



قُوَّةٌ كبيرةٌ وكتلةٌ صغيرةٌ ينتج عنهما تسارعٌ كبيرٌ



قُوَّةٌ كبيرةٌ وكتلةٌ صغيرةٌ ينتج عنهما تسارعٌ كبيرٌ



قُوَّةٌ صغيرةٌ وكتلةٌ صغيرةٌ ينتج عنهما تسارعٌ أقلّ



قُوَّةٌ صغيرةٌ وكتلةٌ صغيرةٌ ينتج عنهما تسارعٌ أقلّ

التَّسارع هو وسيلة لقياس مدى سرعة شيءٍ ما يزيد سرعته

لتَّعامل مع أي شيءٍ علميّ كونه يُمكن أن يكون مُحَدَّداً بالاعتماد على المسافةِ المقطوعة، ويُعَبَّر عنها برقمٍ ما بالنّسبة لمسافة السّفر المقطوعة مثل 70 كيلومتراً في الساعة.

صيغة التَّسارع

توضّح هذه الصِّيغة كيف يتمّ حساب السُّرعة؟

السُّرعة = المسافة / الوقت

وكلمة التَّسارع هي أيضاً واحدة من هذه الكلمات الخادِعَة، ونحن على درايةٍ بدوّاسة التَّسارع (دوّاسة الوقود) في السَّيّارة، ونعرف بالتَّأكيد على أنَّها حرق كمِّيَّة إضافيَّة من الوقود والهواء لينتج المزيد من الاحتراق الذي يؤدِّي إلى دوارن أسرع في المُحَرِّك. ومع ذلك، فهذه فقط نصف القصَّة. فالتَّسارع يُعرف بأنه أي تغيير في شعاع السُّرعة، مما يعني أنَّ السَّيّارة التي تسرع، وتبطئ، وتنعطف لليسار أو اليمين تخضع للتَّسارع. ولقد استعرضنا سابقاً أنَّ شُعاع السُّرعة هو المسافة المقطوعة خلال

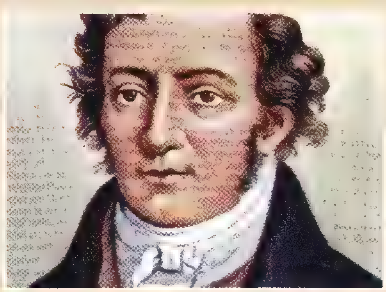


تعرّف إلى

أندريه ماري أمبير

Andre Marie Ampere

فيزيائي وعالم رياضيّات فرنسي، يُعتبر واحداً من المؤسِّسين الرَّئيسيِّن لعلم الكهرومغناطيسيّة الكلاسيكيّة. واعتبر أنَّه إذا كان التَّيّار المارّ في سلكٍ يُولِّد قُوَّة مغناطيسيّة تؤثِّر على إبرة البوصلة، وهذا يعني أنَّ السِّلكين ينبغي أن يؤثِّرا على بعضهما مغناطيسيًّا.



لحظةٍ زمنيَّةٍ مُعيَّنةٍ، أي أن هذا يأخذ بعين الاعتبار السُّرعة الثَّابتة. وعليه، لتحديد التَّسارع، نحن بحاجة لتوثيق أيِّ تغييرات في شُعاع السُّرعة عبر الوقت:

التَّسارع = السُّرعة (النِّهائيَّة) - السُّرعة (الأوليَّة) / الوقت



- أنَّ الأرض هي مغناطيس عملاق، لها قطبين مغناطيسيَّين ومحاطة بحقلٍ مغناطيسيٍّ؟
- وأنَّ القِوَى المغناطيسيَّة تعمل عن بُعْد وتجذب المواد المغناطيسيَّة فقط؟

التَّسارع في الفيزياء

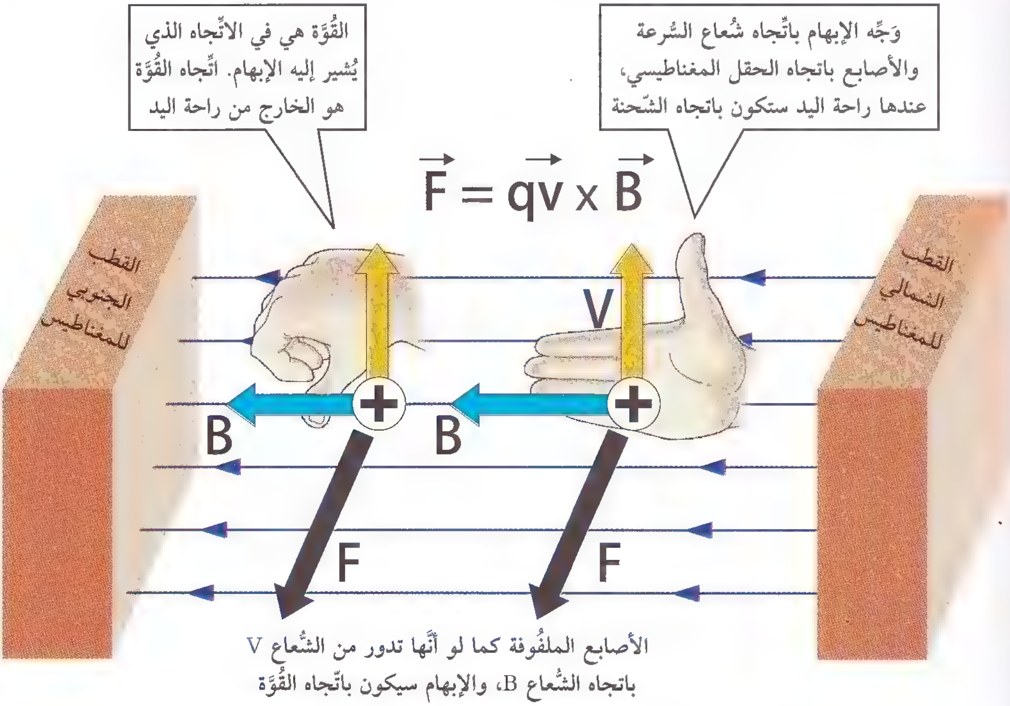
هناك أهميَّةٌ كبيرةٌ للتَّسارع في الفيزياء حيث رأينا أن حدوث التَّسارع في الجاذبيَّة أو النّاتج عن الجاذبيَّة هو المسؤول عن التَّسبب في تغيير العديد من الميزات والخصائص الفيزيائيَّة، وهو المسؤول عن التَّغيير في الحالة الفيزيائيَّة. وهذه الظَّاهرة هي ذات أهميَّة كبيرة لأنَّه في بعض الحالات التَّسارع قد يُسَبِّب أيضاً حدوث بعض التَّغييرات في الحالة الفيزيائيَّة للمادَّة. ليس هذا فحسب، بل إن المَدّ والجَزْر هما أيضاً نتيجةٌ لنفس السَّبَب. فتسارع الأرض النَّاتج عن الجاذبيَّة يكون في الاتِّجاه نحو مركز الشَّمس، وفي هذا الاتِّجاه تماماً تتغيَّر القِوَى الجاذبة على الأرض التي قد تكون مسؤولة عن التَّغييرات في العديد من العوامل التي لها علاقة بها والموجودة على سطح الأرض. لهذا يمكن أن يحدث تغييرات في تسارع الجاذبيَّة على الأرض بسبب عوامل مثل مقدار قُوَّة سحب الجاذبيَّة، التي يتمُّ التَّعرُّض لها من الشَّمس ودوران الأرض حول محورها.



القُوَّة الكهرومغناطيسيَّة والمَرِنة

القُوَّة المغناطيسيَّة

القُوَّة المغناطيسيَّة هي نوعٌ من القِوَى النِّطَاقيَّة الذي تكون طاقته الكامنة والدَّافعة ناتجةً عن تغيير النِّطَاق الكهربائي بالنِّسبة للوقت. ويمكن مراقبة هذه القُوَّة عندما نَضع معدناً مُمَغنطاً على اتِّصال مع مادَّةٍ أخرى مُمغنطة. وعادة ما تُقاس هذه القُوَّة بوحدة نيوتن ويُعْرف اتجاهها بواسطة قاعدة



القُوَّة المغناطيسيَّة هي قُوَّة الدَّفع أو السَّحب النَّاتج عن المغناطيس

اليـد اليمنى. إنها قُوَّة الدَّفع أو السَّـحب النَّاتجة عـن المغناطيس، وهي تنتج عن جُسَـيْمات أوَّليَّة مشـحونة كهربائياً تُسـمَّى الالكترونـات وهي التي تبقى في حالة حركة مُستمرَّة.

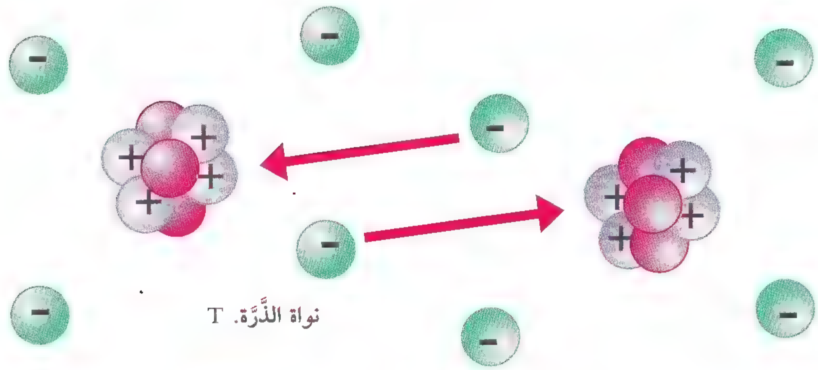
والمغناطيسـيَّة هـي قُوَّة الجذب بين المـادَّة والمغناطيس، حيث يتكـوَّن الحقل المغناطيسـي من خطوط تَدَفُّـق وهميَّة قادمة من الجُسَـيْمات المُتَحَرِّكة المشـحونة كهربائيًا. والشُّحنة الكهربائيَّة هـي إحدى سِمَات بعض الجُسَـيْمات الأوَّليَّة، أمَّـا المغناطيس فهو الجسـم الذي لديه القُوَّة المغناطيسـيَّة التـي تكون موجودةً حوله أو حول الحقل الكهربائي الذي يُحيط بالشُّحنة الكهربائيَّة. وبالتَّالـي يمكننـا القـول أن القُـوَّة المغناطيسـيَّة هـي التـي تُولِّد الكهرومغناطيسيَّة.



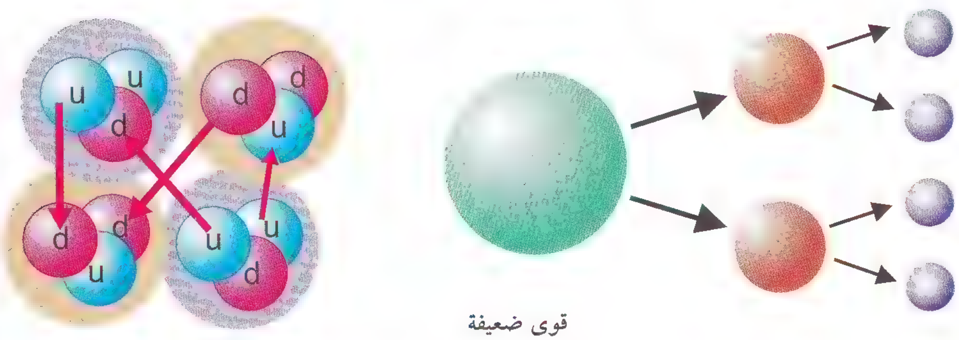
- أنَّ غاليليو غاليلي كان أوَّل من أظهر أنَّ جميع الأجسام تسقط إلى الأرض بتسارعٍ ثابتٍ؟
- وأنَّ تسارع السُّقوط الحرّ على سطح القمر هو 1.6 متراً في ثانية؟

القُوَّة الكهرومغناطيسيَّة

القُـوَّة الأكثر شـيوعاً بين القِـوَى العاملة داخل الذَّرَّة هـي القُوَّة الكهرومغناطيسـيَّة التي تجمع بين تأثيرات الشِّـحنة الكهربائيَّة والمغناطيسـيَّة. إنَّها القُوَّة التي تجعل الشَّـعْر يلتصق بالفُرشـاة أو المشـط عندمـا يتوفَّر فائض من الكهرباء السَّـاكنة. وهذه القُوَّة تجعل الشِّـحنات الكهربائيَّة المُتَعاكسـة تجذب بعضها البعض، وبسـببها تنجذب الالكترونات سـالبة الشِّحنة في الذَّرَّة إلى البروتونـات موجبـة الشِّـحنة في نواة الـذَّرَّة. وقُوَّة الجَذْب هـذه تُقَيِّد الالكترونـات في الذَّرَّة. وتزداد القُوَّة الكهرومغناطيسـيَّة كلَّما تضاءلت المسـافة بين الشِّـحنات أصغـر، وهذه الخاصِّيَّة تُقَرِّب عادة الجُسَـيْمات المشـحونة بشحناتٍ متعاكسةٍ إلى بعضها البعض قدر الإمكان. تساءل



نواة الذَّرَّة. T



قوى قويَّة

قوى ضعيفة

لعلماء لسنواتٍ عديدةٍ لماذا لا تأخذ لالكترونات ببساطة طريقها الحلزوني داخل نواة الذَّرَّة لتصبح أقرب ما يمكن إلى البروتونات، لكنَّهم علموا في نهاية لأمر أن جُزَيْئات صغيرة جداً مثل لالكترونات يُمكن أن تتحرَّك في مسارٍ متماوجٍ، وهي الخاصيَّة التي تحافظ على وجود الالكترونات على مسافات مُحَدَّدَة من نواة الذَّرَّة. والقُوَّة الكهرومغناطيسيَّة تؤدِّي أيضاً إلى صَدّ الشِّحنات المتماثلة لبعضها البعض، حيث الالكترونات ذات لشِّحنة السَّالبة تميل إلى التَّحرُّك متباعدة عن بعضها البعض، بينما النّواة ذات لشِّحنة الموجبة تطلق ما يكفي من القُوَّة لكهرومغناطيسيَّة للحفاظ على الالكترونات مُقَيَّدَة إلى الذَّرَّة. البروتونات في النَّواة أيضاً تصدُّ بعضها البعض، ولكن كما هو موضح في الرَّسم، القُوَّة الشّديدة تتغلَّب على القُوَّة الكهرومغناطيسيَّة فيها لإبقاء البروتونات معاً.

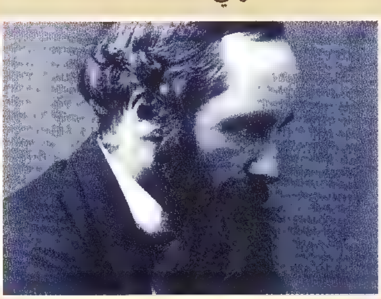


تعرّف إلى

جيمس كلارك ماكسويل

James Clerk Maxwell

عالمٌ فيزيائيٌ اسكتلنديٌ وهو الذي عمل على الكهرباء والمغناطيسيَّة، عارضاً النَّظريَّة الكهرومغناطيسيَّة للضَّوء ومُبَيِّناً أنَّ الكهرباء تنتقل بسرعة الضَّوء. ومعادلاته كانت حجر الأساس لفكرة أن الكهرباء والمغناطيسيَّة هما جانبان للكيان نفسه وهو الكهرومغناطيسيَّة، ولد جيمس كلارك ماكسويل سنة 1831 وتوفي سنة 1879.

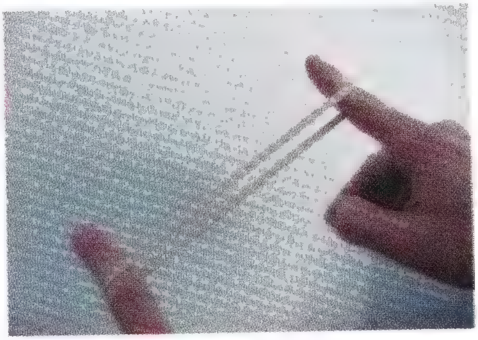


«هل القُوَّة الكهرومغناطيسيَّة شديدة حقاً؟»

إنَّها شديدةٌ جداً، وهذا أمر يثير الدَّهشة أيضاً لأنَّها يمكن أن تعمل ضمن مجالٍ لا نهائيٍّ. لإعطائك فكرة، القُوَّة الكهرومغناطيسيَّة هي أقوَى بما يقارب من 1036 مَرَّة من حقل الجاذبيَّة الأرضيَّة، أي بما يقارب 1,000,000,000,000,000,000,000,000,000,000,000,000 مَرَّة أقوَى من الجاذبيَّة على الأرض! ولو لم تكن هذه هي الحال، فإنَّ كلَّ ما عليها سينتهي به المطاف في الثقب الأسود! فالقِوَى تتنافس، وعلى الأرض القُوَّة الكهرومغناطيسيَّة تفوز، أمَّا في الثَّقب الأسود فالجاذبيَّة هي منافسٌ قويٌّ جداً.

القُوَّة الكهرومغناطيسيَّة، ما الذي تَصُدُّه وتجذبه؟

تخلق الشِّحنات حقولاً كهربائيَّة تجعل القُوَّة الكهرومغناطيسيَّة تُسَبِّب إنجذاب الشِّحنات المُتعاكسة لبعضها وتنافر تلك المُتماثلة. وسوف تشعر بالقُوَّة الكهرومغناطيسيَّة عند فَرْك بالون على شَعْرِكَ الذي سوف يلتصق به.



قُوَّة المرونة

قُوَّة المرونة

إنَّها نوعٌ من القِوَى التي تنشأ من تشوُّه جسم صلبٍ، وتعتمد على التَّشوُّه اللَّحظي فيه وليس على تاريخه الواضح، وهي من أنواع القِوَى الانحفاظيَّة Conservative. والمواد التي تُعتبر مرنةً هي تلك التي تعود إلى شكلها الأصلي بعد أن تتعرَّض للعَصْر أو التَّمديد. ومثلاً فعندما تعصر إسفنجة، تعود إلى شكلها الأصلي عندما يتوقَّف العصر وذلك لأنَّها مَرِنَةٌ. وهنالك نوعان من هذه القُوَّة هما التَّوتُّر والضَّغط. والتَّوتُّر هي قُوَّة المرونة التي تَشُدّ أو تبسط المادّة على سبيل المثال، والكابلات الكبيرة التي تُعَلِّق جسراً تبذل قُوَّة توتُّر على أعلاه على الجسر. أمّا الضَّغط فهي قُوَّةٌ مرنةٌ تضغط أو تعصر المادَّة على حَدٍّ سواء. فعندما يجلس الشَّخص على وسادةٍ أو أريكةٍ، وتمارس الوسادة قُوَّة ضغط نحو الأعلى. والقُوَّة المُؤثِّرة على الجسم قد تَتَسَبَّب في تغيير شكله، حيث يُمكن للأجسام المَرِنة أن تُخَزِّن الطَّاقة الكامنة إذا تمَّ شدّها، كما هو الحال عند استخدام المنجنيق. كما يمكن لنفس هذه الأجسام أن تُخَزِّن أيضاً الطَّاقة الكامنة المرنة عندما تكون مضغوطةً، كالذي يحدث عندما يتمُّ اسقاط كرة السكواش على سطح صلب.



أنّه عندما تنضغط أو تتمدَّد، يكسب النّابض الطّاقة الكامنة المرنة

قانون هوك Hooke's Law

المرونة هي خاصيَّةٌ للجسم أو

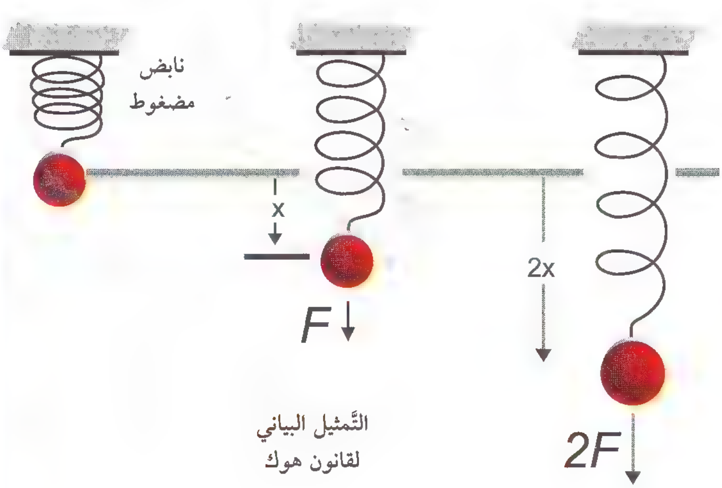


• أنّه تمّ إدخال التّدريب على المقاومة المَرِنة مؤخّراً في صفوف الإيروبيك، حيث تحذُو هذه الأدوات حذو النّوابض التي كانت تُستخدم في وقتٍ سابقٍ وهي تساعد على تحسين قُوّة العضلات؟

لمادّة، وهي تساعد كلاًّ منهما على استعادة الشّكل الأصلي بعد التّشويه. وعلى نحوٍ أدقّ، يستعيد الجسم شكله الأصلي كلّما كان أكثر مرونةً. وعندما يتمُّ شدّ النّابض، فإنَّه يمارس قُوّة استعادة التي تميل إلى إعادته إلى طوله الأصلي، حيث تكون قُوّة الاستعادة هذه متناسبة مع مقدار الشّدّ بشكلٍ عامٍّ.

واكتشف العالم الإنجليزي روبرت هوك في عام 1660 قانوناً ينصُّ على أنَّ تمدُّد النّابض يتناسب طرديّاً مع الحمل لمُطبَّق عليه. وبناء على هذه الشروط، فإنَّ الجسم يعود إلى شكله وحجمه الأصلي عند إزالة هذا الحمل. وهذا لقانون معروفٌ بقانون هوك الذي ينصُّ رياضيّاً على أنّ لقُوّة المُطبَّقة F (N or kg•m/s²) تساوي حاصل ضرب لثّابت k (N/m or kg/s²) بمقدار النُّزُوح أو التَّغيُّر في لإستطالة x (meters) أو $F = kx$. وأحياناً يتمُّ صياغة قانون هوك بالشكل $F = -kx$ حيث F لا تعود ترمز إلى القُوّة لمُطبَّقة إنّما تعني قُوّة الاستعادة المساوية والمعاكسة الاتّجاه التي تجعل المواد المرنة تعود إلى أبعادها الأصليّة. والعديد من المواد يخضع لهذا القانون ما دام الحمل لم يتجاوز حدّ لمادّة الأقصى للمرونة.

وعند تمثيل ذلك برسم البياني، يُظهر الخطّ البياني تناسب طردي، حيث الإجهاد يكون القُوّة لمبذولة على وحدة لمساحة التي تتشكّل ضمن المادّة نتيجة للقُوّة لخارجيّة المُطبّقة. أمّا لشّدُّ فهو التّشوّه النِّسبي النّاتج عن الضّغط. فقانون هوك يمكن التّعبير عنه أيضاً بمصطلحات مثل الضّغط والشّدّ، حيث ينصُّ بعبارات بسيطة أن الشّدّ يتناسب طرديّاً مع الضّغط.



التّمثيل البياني لقانون هوك

ما هي الحركة؟



إنَّ الحركة تجعل الطّائرة تطير

الحركـة هـي التـي تجعـل العالـم يدور، والقمـر أيضـاً. وفـي الواقع فـإنَّ الحركة تجعـل الكثير من الأمور تحدث. وعندما نفكّـر فيهـا، غالبـاً ما يتبـادر إلـى أذهاننا السَّـيارات، والدَّرَّاجـات، والأطفال وهم يركضون، وكُرَات السَّـلَّة ترتدّ والطائرات تُحَلِّـق. لكـن الحركـة هي أكثر من ذلك بكثير وهـي مُهِمَّةٌ في حياتنا وتُؤثِّر فـي الكثير من الأمور التـي نقـوم بهـا. ويمكـن تعريفها علـى أنَّها التَّغيير فـي الموقع أو المـكان، علماً أنهـا تحتاج إلى قُـوَّة لإحـداث ذلك التَّغيير. ولكن بعض الحركات تحدث دون ذلـك، فمثلاً الأرض تدور حول الشّمس، والثَّلج يسقط على الأرض، والأمواج تتكسَّر على الشواطئ. أمّا الحركات الأخرى فهي تحت سيطرتنا، فنحن نسـير، ونلتقط الأشـياء أو نركب الدَّرَّاجات. لكن سواء أكانت الحركة هي دوران كوكبٍ أو مجرّد لعبةٍ، فإنَّها تحدث نتيجة القوَّة.

الميكانيكا والحركة

تـدرس الفيزيـاء العديـد مـن أنواع الحركة، حيـث من الممكن أن يكـون هناك مقـدارٌ صغيرٌ منه وبطيء جدّاً، لكن هناك حركة. لا تنسى، حتى لو كنت تبـدو لا تزال واقفاً، فالأرض تدور حول الشّـمس التي بدورهـا تدور حـول مجَرَّتنا. والحركـة لا تتوقَّف أبداً، وهـي جزءٌ واحدٌ ممّا يُسَـمِّيه علماء الفيزياء الميكانيكا. فقد اكتشف العلماء عِدَّة قواعد أو قوانين تُفَسِّر الحركة وأسـباب التّغييرات فيها، كمـا أنَّ هنالك قوانين خاصَّة تختـصُّ بسُـرعة الضَّـوء أو عندما ينظـر الفيزيائيّون إلى الأشياء الصَّغيرة جدّاً مثل الذَّرّات.



إنَّ الدَّراجات تسير بسبب الحركة

سَرِّع، أبطئ

فيزيـاء الحركـة هي كلُّ ما يختـصُّ بموضوع القِوَى. فنحـن بحاجةٍ لتطبيق القِوَى على جسـمٍ لتحريكه أو

تغيير حركته، لأنَّ التَّغييرات لا تحدث من تلقاء نفسها. ويستخدم الفيزيائيون بعض المُصطلحات الأساسيَّة عندما ينظرون إلى الحركة، مثل مدى السُّرعة التي يتحرَّك بها الجسم، سرعته وما إذا كان من الممكن أن يتأثَّر بالقِوَى. فالسَّيَّارة على سبيل المثال، تمتلك كتلة، سرعة ومُعَدَّل تسارع الذي هو مقياس لمدى التَّغيير في السُّرعة في وقتٍ معيَّنٍ، حيث يمكن للسُّرعة أن تزداد أو تنقص مع مرور الوقت.



هل تعلم؟

- أنَّك إذا رميت كُرَة المضرب في الفضاء حيث لا توجد مقاومة للحركة فإنَّها ستحتفظ بحركتها في خَطٍّ مستقيم بنفس السُّرعة إلى الأبد؟

علم الحركة المُجَرَّدَة Kinematics

إنَّه العلم الذي يدرس الحركة ويُطوِّر معادلات لوصف حركة الأجسام. الحركة المُجَرَّدَة هي جزء من مُكَوِّن أكبر في الفيزياء معروف باسم الميكانيكا الكلاسيكيَّة. يبحث هذا العلم على وجه التَّحديد في الحركة وليس في أسبابها أو التَّأثيرات التي قد تحدث أثناءها، ويمكن تطبيقه على كلِّ شيءٍ، من دراسة كيف تركض الخُيُول إلى تحليل حركة الجُسَيْمَات في الفضاء.



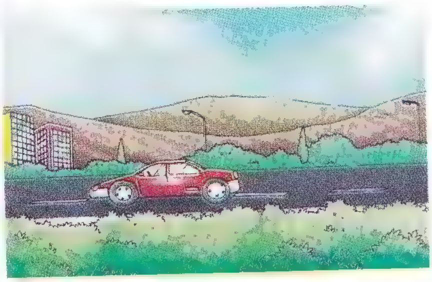
عندما نجري نكون في حالة حركة

أنواع الحركة

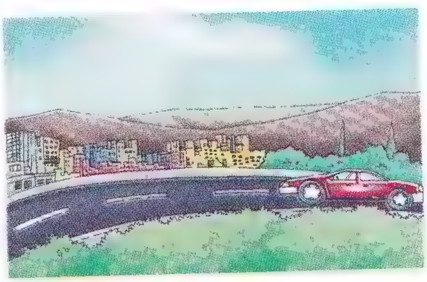
الحركة تعني التَّحرُّك ويمكن تعريفها أيضاً على أنَّها التَّغيير المستمرّ في موضعِ كائن، علماً أنَّ التَّحكُّم في كلِّ نوعٍ من أنواعها يتمُّ بواسطة نوعٍ مختلفٍ من القِوَى. وعلم الحركة المُجَرَّدَة هو العلم الذي يدرس حركة الأجسام، حيث تُمَيِّز الفيزياء ثلاثة أشكال من الحركة. الحركة المنتظمة وهي التي تُشير إلى التَّغيُّرات في الموقع بسرعةٍ ثابتةٍ. فعلى سبيل المثال، فإنَّ القطار يسافر من المحطَّة A إلى المحطَّة B بسرعةٍ ثابتة هي 50 ميلاً في الساعة. والحركة المتسارعة وهي التي تُشير للتّغييرات في الموضع الذي يتضمّن التَّسارع. وعلى سبيل المثال، فعندما تسقط تفاحة من شجرةٍ، فإنَّها تتسارع بسبب قُوّة الجاذبيّة. وأخيراً إنَّ الحركة العشوائيّة التي تُشير للتّغييرات في الموقع حيث تتمّ بشكلٍ عشوائيٍّ وغير متوقّع أو لا يمكن التَّنبؤ بها. ضمن هذه الأشكال من الحركة، وهنالك أربعة أنواع أساسيَّة منها وهي: الإزاحيَّة، والدَّورانيَّة، والاهتزازيَّة، والبراونيَّة.

الحركة الإزاحيَّة Translatory Motion

مسار قُنبلة المدفع هو مثالٌ على حركةٍ مُنحنيةٍ ثنائيَّة الأبعاد. وتُشير الحركة الإزاحيَّة إلى كائنٍ يتحرَّك من نقطةٍ إلى أخرى، ويمكن تصنيفها ضمن حركةٍ مستقيمةٍ وحركةٍ مُنحنيةٍ. والحركة المستقيمة هي التَّغيير في المكان الذي يتبع مسار خطّي، والذي تكون الإزاحة فيه هي بالضّبط نفس مساره، مُساوية ببساطةٍ أقصر مسافة بين نقطة انطلاق الجسم والموضع النّهائيّ، عِلماً أنّ جميع الحركات الخَطِّيَّة هي ذات بُعدٍ واحدٍ. أمّا الحركة المُنحنية فهي تغيير في المكان الذي يتبع مسار منحني. وهذه الحركة تكون مُرَكَّبة أو ثنائيَّة الأبعاد. مثال على هذه الحركة هو مسار قُنبلة المدفع.



الحركة المستقيمة



الحركة المنحنية



هل تعلم؟

• أنَّ السِّير إسحق نيوتن تناول العلاقة بين القُوَّة والحركة في قوانينه الثَّلاثة للحركة؟

الحركة الدَّورانيَّة Rotatory Motion

دوران بُلْبُل الأطفال هو مثال على الحركة الدَّورانيَّة التي تُشير إلى ذلك الجسم الذي يبقى في مكانٍ واحدٍ، بينما يدور حول محورٍ. وبعض المصادر تأخذ بعين الاعتبار أن الدَّوَران ممكن أن يكون حول محورٍ داخليٍّ مثل دوران الأرض، أو حول محورٍ خارجيٍّ مثل مدار الأرض حول الشَّمس. وفي هذه الحالة، ما يُمَيِّز الحركة الدَّورانيَّة عن الحركة المنحنية هو أن الجسم سوف يعود إلى نقطة انطلاقه الأصليَّة بعد أن يكمل الدّوران. والبعض الآخر ينظر إلى الدَّوَران حول محورٍ خارجيٍّ على أنَّه حركةٌ منحنيةٌ ثنائيَّة الأبعاد بغرض التَّبسيط.

الحركة الاهتزازيَّة

Vibratory Motion

يُنفِّذ الجسم حركةً اهتزازيَّةً إذا كان يُكَرِّر حركته ذهاباً وإياباً على نفس المسار حول مركز التَّوازن. ويُشار إليها أيضاً بالحركة النُّواسيَّة للإشارة إلى الحركة ذهاباً وإياباً حول مركز توازن. وهذا النوع من الحركة يشمل الاهتزازات والحركة المتناسقة مثل البندول[1] أو



تعرّف إلى

روبرت براون

Robert Brown

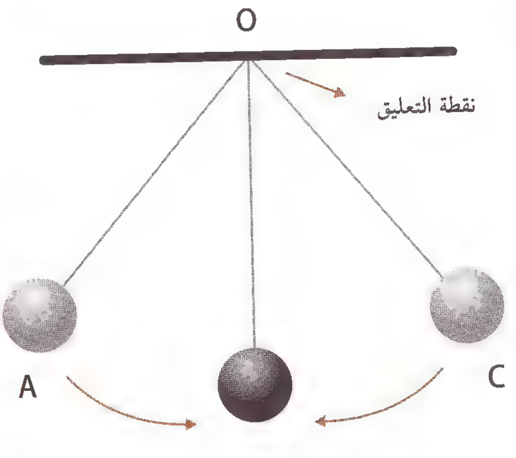
هو عالم النبات والأحفوريّات وهو اسكتلندي الأصل. في عام 1827 وأثناء مراقبته تحت المجهر للجسيمات الموجودة في غبار الطّلع في الماء، لاحظ أنَّها انتقلت عبر المياه لكنَّه لم يكن قادراً على تحديد الآليّات التي سَبَّبَت هذه الحركة.





---

(1) البندول: هو جسمٌ مُتَحرِّكٌ حركة تذبذبيَّةً حول محورٍ أفقيٍّ ثابت كالذي يرى في ساعات الجدران الكبيرة.



الحركة الاهتزازيّة



• أنّ الحركة تتواصل طالما أنّ هناك حركةً يتمّ تطبيقها على الجسم، التي عندما تُلغى يتوقّف الجسم؟

الأُرجوحة، ويُشار إلى حدودها بالنِّقاط العُظمى. فالجسم المُهتزّ يتأرجح بين نقاطٍ عُظمى حول وضع التَّوازن. وفي البداية يتمُّ تطبيق قُوَّة خارجيَّة تزيح الجسم عن موضع التَّوازن، ثمّ يتمّ إلغاء تلك القُوَّة، فتتعاقب اهتزازات الجسم المُزَاح فقط عندما تقوم قُوَّة استعادة بالتَّأثير على الجسم محاولة إعادته إلى موضع التَّوازن. لكن، عندما يصل الجسم إلى هذا الموضع، يكون قد اكتسب سُرعة قصوى تُمَكِّنه من متابعة الحركة.

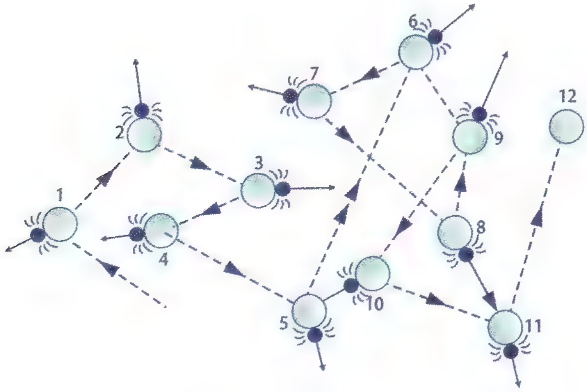
الحركة البراونيَّة Brownian Motion

أوّل من رتَّبها روبرت براون كان ذلك في عام 1827، حيث كانت حركةً غريبةَ الأطوار ومنتظمة الجسيمات دقيقة جداً عندما تعلَّق في سائل أو غاز. إنَّها حركةٌ ثلاثيَّة الأبعاد، استنبط ألبرت أينشتاين تفسيراً رياضيّاً لها في عام 1905، ودمجه في نظريَّته الحركيَّة. وهذه الحركة فعليّاً هي سلسلةٌ عشوائيَّةٌ من الحركات المستقيمة، ناجمةٌ عن تصادم الجُزيئات مع الجُسَيم، وغالباً لا يتمُّ إدراجها بوصفها كأحد الأنواع الأساسيَّة للحركة، علماً أنَّها قادرةٌ أيضاً على إنشاء حركة دورانيَّة للجزيئات.

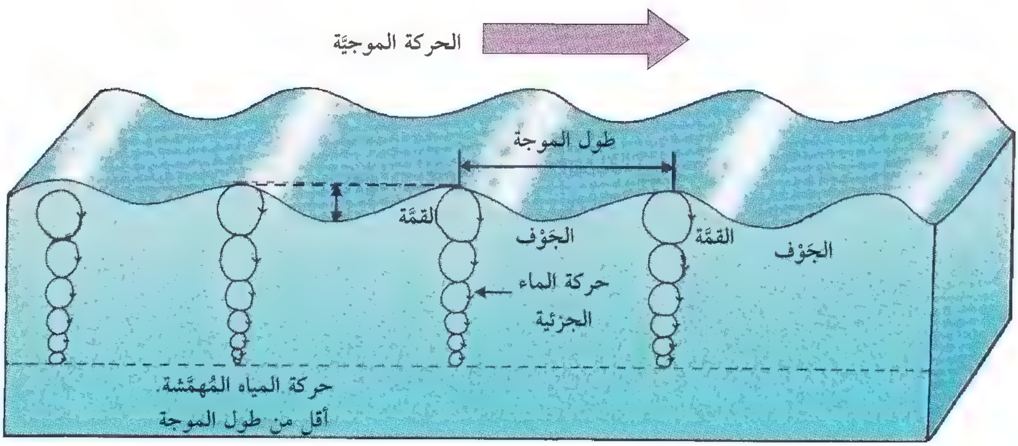
الحركة الموجيَّة

Wave Motion

إنَّها شكلٌ آخر من أشكال الحركة، وهي تتضمَّن نقلاً للطَّاقة وليس لكائن ماديّ. فعلى سبيل المثال، عندما يعبر تسونامي المحيط، فالطَّاقة هي التي تتحرَّك وليس جُزَيْئات الماء نفسها. وتنتقل هذه الطاقة من جُزَيْء لآخر ممّا يخلق سرعات أكبر بكثير. ويمكن تقسيم الحركة الموجيَّة إلى طوليَّة وعرضيَّة، وأبسط أنواعها هي التي تظهر كاهتزازات في الوسائط المرنة، مثل الهواء، المواد الصّلبة البلّوريَّة أو الأوتار المشدُودة. وعلى سبيل المثال، إذا تمَّ ضَرْب سطح كُتلةٍ معدنيَّةٍ بشكلٍ حادّ التَّشوُّه في المادَّة السَّطحيَّة يضغط المعدن في مُحيط السَّطح، ممّا ينقل الاضطراب إلى الطَّبقات السُّفلى. يتراخى السَّطح عائداً إلى وضعه الأوَّلي، أمّا الضَّغط فينتشر في جسم المادَّة بسرعةٍ تُحَدِّدها صلابتها. إنَّه مثالٌ على موجة الضَّغط، حيث الانتقال الثَّابت للاضطراب المَحَلّي خلال الوَسَط المَرِن الشائع في العديد من أشكال الحركة الموجيَّة.



الحركة البراونيَّة

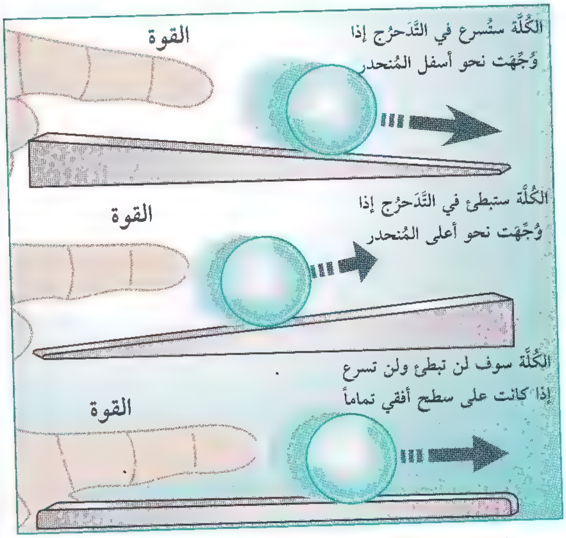


الحركة الموجيَّة

قوانين نيوتن للحركة

قوانين نيوتن للحركة

كان زميلاً في إنجلترا يدعى السّير إسحق نيوتن، مُتَجَهِّم الوجه قليلاً وشعره غير مُرَتَّب، لكنَّه كان شخصاً ذكيّاً إلى حَدٍّ بعيد. عَمِلَ على تطوير حساب التَّفاضل والتَّكامل والفيزياء في نفس الوقت، وخلال عمله، وأطلَقَ الأفكار الأساسيَّة الثَّلاثة التي تمَّ تطبيقها على فيزيائيَّة معظم الحركات (إنَّما ليست الفيزياء الحديثة). وهذه الأفكار خضعت للاختبار والتَّحقُّق مرَّات عِدَّة على مَرِّ السِّنين، وهي ما يسمِّيها العلماء الآن قوانين نيوتن الثَّلاثة للحركة. والبعض اعتبره أعظم عالم رياضيٍّ إنجليزيّ في وقته، وربما كان واحداً من أعظم العلماء الذين عرفهم العالم. ووفقاً للقِصَّة رأى نيوتن تُفَّاحة تسقط على الأرض فاستخلص أنَّ نفس القُوَّة التي جعلتها تسقط هي أيضاً تتحكَّم بحركة القمر والكواكب. وفي عام 1687، نَشَرَ نيوتن قوانينه الثَّلاثة للحركة في الأصول الرِّياضيَّة للفلسفة الطبيعيَّة Principia Mathematica Philosophiae Naturalis، حيث أوضح كيف تعمل مفاهيم القُوَّة والحركة.



وفقاً لقانون نيوتن الأول، الكُلَّة السّفلى يجب أن تستمرّ بالسَّير

التَّطبيقات اليوميَّة لقوانين نيوتن في الحركة

هناك العديد من التَّطبيقات لقانون نيوتن الأوَّل للحركة. فإذا استحضرت بعضاً من تجاربك في السَّيَّارة، فلا بدّ أنَّك لاحظت سُلُوك القهوة في الفنجان الممتلئ لآخره أثناء تشغيلها من السُّكون أو حين تتوقَّف بعد أن تكون في حالة حركة، فالقهوة تستمرّ في القيام بما تقوم به. كما تلاحظ أنه عندما تتسارع السَّيَّارة من السُّكون، تُوَفِّر الطَّريق قُوَّة غير متوازنة على العجلات أثناء دورانها لِدَفع السَّيَّارة إلى الأمام، علماً أنَّ القهوة التي كانت ساكنة تُريد البقاء في نفس الحالة. وعندما تُسرع السَّيَّارة إلى الأمام، تبقى القهوة في نفس الوضع، ولكن عندما تُخَفِّف السَّيَّارة من سرعتها يتأثَّر الجزء السُّفلي من القهوة وبالتَّالي تنسكب في حضنك.

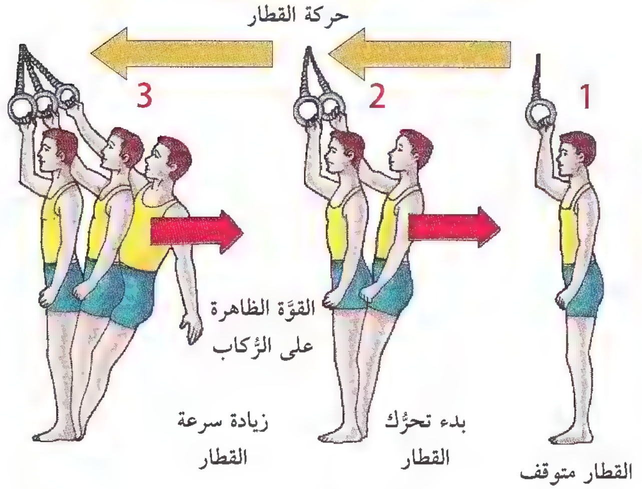
القانون الأول

مـع عدم وجود قِوَىً خارجيَّة، تبقى الأجسـام فـي مكانٍ واحدٍ أو تواصـل التَّحرُّك في سـرعةٍ واتِّجاهٍ آمنٍ. وينـصُّ القانون الأول أنّه عندمـا يكون الجسـم في حالة سـكونٍ، يميل إلـى البقاء في نفس الحالـة، وكذلـك الجسـم الذي يكون فـي حالة حركـةٍ يميل إلى البقـاء في نفس الحالة وبنفس الاتجاه والسُّـرعة. والحركة أو عدمها لا يمكن أن يتغيَّر أيٌّ منهما دون تأثير قُوَّةٍ غير متوازنةٍ. فـإذا لـم يكـن هناك شـيءٌ يحدث لـك، فإنَّه بالفعل لا شـيء سـيحدث، أي أنّك لن تذهب إلى أي مكانٍ، وإذا كنت تسـير فـي اتِّجاهٍ مُعَيَّنٍ، ما لم يعترضك شـيءٌ، فإنَّك سـوف تسـتمرّ بالسّير في نفس الاتِّجاه.



- أنَّه يتمّ قياس القِوَى بوحدة النّيوتن نسبة إلى إسحاق نيوتن وليس حلوى نيوتن حتى لو كانت لذيذة؟
- وأنَّ إسحاق نيوتن اكتشف فكرة الجاذبيّة عندما سقطت تُفَّاحة من على الشَّجَرة؟

يمكنـك اسـتعراض أمثلة جيدة لهذه الفكرة عند مشـاهدة لقطات فيديو لرُوَّاد الفضاء حيث تلاحظ أنَّ أدواتهم لا تطفو، إنّما بمجرَّد وضعهـا فـي الفضاء تبقى فـي مكانٍ واحـدٍ. وليس هنـاك أيّ قُوَّةٍ دخيلةٍ يمكن أن تجعل هذا الوضع يتغيَّر. الشـيء نفسـه ينطبق عند رمي الأشـياء للكاميرا، حيث تتحرَّك في خَطٍّ مُستقيم. إذا تمّ إلقاء جسـمٍ ما عند السَّـيْر في الفضاء، فإنَّه سـيُواصل التَّحرُّك في نفس الاتِّجاه وبنفس السُّرعة ما لم تتداخل عليه قوة أخرى، فعلى سبيل المثال، إذا سحبته جاذبيَّة كوكب ما. ووفقاً لقانون نيوتن الأوَّل للحركـة، عندمـا ينطلـق القطـار، يميـل الـرُّكَّاب إلـى الانخفاض للـوراء، وذلك لأن الجزء السُّـفلي مـن الجسـم الـذي يكـون علـى اتِّصـال بالقطـار يبـدأ بالتَّحـرُّك فـي حيـن أن الجـزء العلـوي يميل للحفـاظ على وضعـه في حالة السُّـكُون، ونتيجة لذلك، يميل الجزء نفسه إلى الانخفاض الى الوراء.



مثال على قانون نيوتن الأول للحركة

القانون الثّاني
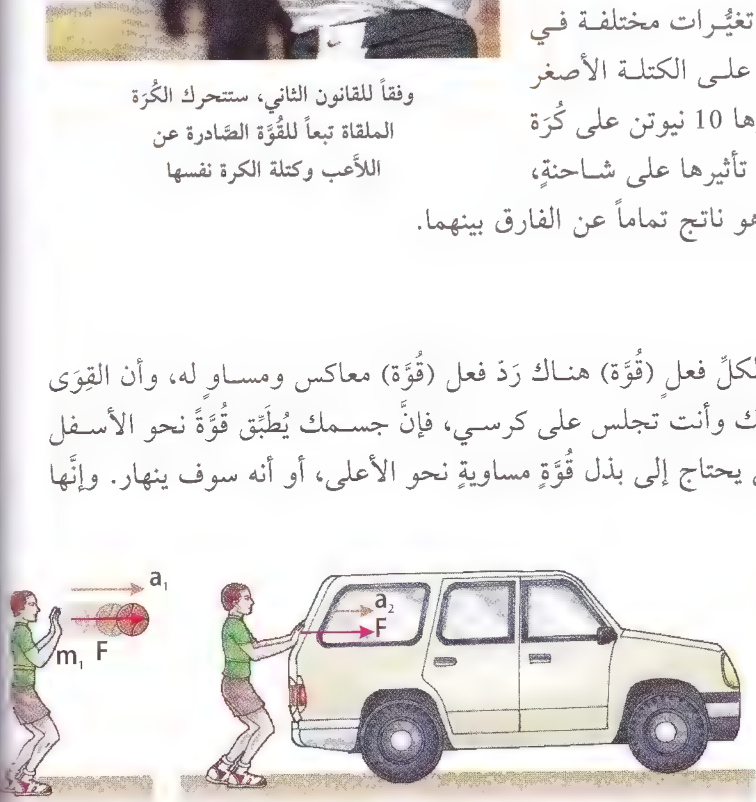
إنَّ ازديـاد التَّسـارع يعني ازدياد القُـوَّة، حيث ينصُّ القانـون الثانـي أن تسـارع الجسـم النَّاتج عـن قُوَّةٍ إجماليَّـةٍ كُلّيَّـة مُطبَّقـة عليه يرتبـط مباشـرة بمقدار هـذه القُـوَّة واتّجاهها، كمـا يتناسـب عكسـيّاً مـع كتلـة الجسـم، حيث المعكوس هو قيمـة يُعَبَّر عنها بالقيمـة 1 علـى رقم آخر، مثلاً معكـوس 2 هو ½. هـذا القانـون يُظهر أنَّـه إذا طبِّقت نفـس القُوَّة على جسـمَيْن يمتلكان كتلتَين مختلفتَين، سـوف تحصل علـى تسـارُعَين مختلفَيـن أو تغيُّـرات مختلفـة فـي الحركـة، والتَّأثيـر (التَّسـارع) علـى الكتلـة الأصغر سيكون أكبر. فتأثير قُوَّة مقدارها 10 نيوتن على كُرَة البيسـبول هـو أكبر بكثيـر من تأثيرها على شـاحنةٍ، والفرق في التَّأثير (التَّسارع) هو ناتج تماماً عن الفارق بينهما.



وفقاً للقانون الثاني، ستتحرك الكُرَة الملقاة تبعاً للقُوَّة الصَّادرة عن اللاَّعب وكتلة الكرة نفسها

القانون الثّالث

ينـصُّ هـذا القانون على أنَّـه لكلِّ فعلٍ (قُوَّة) هنـاك رَدّ فعل (قُوَّة) معاكس ومسـاوٍ له، وأن القِوَى موجـودة فـي أزواج. تأمل ذلك وأنت تجلس على كرسـي، فإنَّ جسـمك يُطبِّق قُوَّةً نحو الأسـفل والكرسـي يحتاج إلى بذل قُوَّةٍ مساويةٍ نحو الأعلى، أو أنه سوف ينهار. وإنَّها



القُوَّة المُطبَّقَة على الجسمَيْن هي نفسها



هل تعلم؟

- أنَّ الغازات والسَّوائل تضغط نحو الخارج بقِوَى متساوية في جميع الاتجاهات وهو ما يُسَمَّى بقانون باسكال على اسم مكتشفه العالم بليز باسكال.



يُطَبِّق الصَّاروخ قُوَّة دافعة للأسفل على الغازات المحترقة، ووفقاً لقانون نيوتن الثالث، سوف يرد الغاز عكسيّاً وإذا تجاوزت هذه القُوَّة الصَّاعدة وزن العربة، فإن الصَّاروخ سيرتفع



تعرف إلى

السّير إسحق نيوتن

Sir Isaac Newton

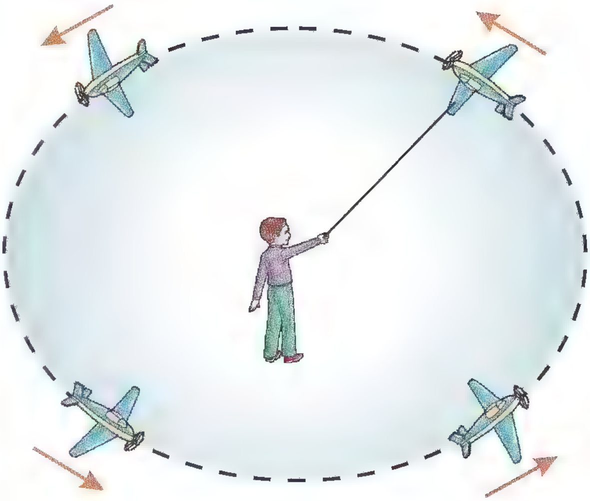
فيلسوف إنكليزي وعالم في الفيزياء والرّياضيات، رأى تُفَّاحةً تسقط على الأرض فلاحظ أنَّ نفسَ القُوَّة تحكم حركة القمر والكواكب. وفي عام 1687 نشر قوانينه الثَّلاثة في الحركة ضمن «الأصول الرّياضيّة للفلسفة الطبيعيّة»، وهو الذي اكتشف تكوين الضّياء الشّمسي عام 1669. وقوانين الجاذبية سنة 1687.
ولد إسحق نيوتن سنة 1642
وتوفي سنة 1727.



مسـألة التَّناظر، حيث القِـوَى المؤثِّرة تواجه قِوَى أخرى فـي الاتِّجاه المعاكس. هنـاك أيضاً مثالٌ آخـر وهو إطـلاق قذيفة مـن المدفـع. فعندما يتـمّ إطلاقهـا فـي الهـواء (بسـبب الانفجـار)، يندفع المدفع إلى الوراء، حيث القُوَّة التي تدفع القذيفـة خارجاً هي مسـاوية للقُوَّة التـي تدفع المدفع إلـى الـوراء، لكن التَّأثير على مدفع أقل بشـكلٍ ملحـوظٍ لأنَّه يملك كتلةً أكبـر بكثير. هذا المثال مشابه للارتداد الذي يحصل عندما تُطلق البندقيّة رصاصةً إلى الأمام.

الحركة الدّائريَّة المنتظمة

الحركة الدّائريّة المنتظمة Uniform Circular Motion



الحركة الدّائريَّة المنتظمة

عندما يتحرّك الجسم في مسارٍ مستديرٍ تُسَمَّى حركته بالدّائريَّة التي يتغيَّر اتِّجاه الحركة في مسارها باستمرار. فالمُشارك في ألعاب القِوَى الذي يجري في مسارٍ دائريٍّ بسرعة ثابتة، يتغيَّر شُعاع سرعته لكون اتِّجاه الحركة يتغيَّر. وعندما يتحرَّك الجسم بسرعةٍ مُنتظمةٍ في مسارٍ دائريٍّ فإنَّ حركته تُسَمَّى بالحركة الدّائريَّة المنتظمة. ويُمكن للجسم أن يتحرَّك في مسارٍ دائريٍّ بسرعةٍ منتظمةٍ طالما أنَّه يجتاز مسافات مُتساوية في فواصل زمنيَّة متساوية، علماً أن شُعاع السُّرعة لا يمكن أن يكون منتظماً لكون اتِّجاه الحركة يتغيَّر باستمرار.

لذلك، يمكن وصف الحركة الدائريَّة المُنتظمة على أنَّها حركة جسم في مسار دائريٍّ بسُرعة ثابتة. فطالما أنَّ الجسم يتحرَّك في مسارٍ دائريٍّ، فهو يغيِّر اتِّجاهه باستمرارٍ. وفي جميع الحالات، يتحرَّك الجسم بشكل مماس للدَّائرة وذلك لِكَوْن اتجاه شُعاع السُّرعة هو نفس اتجاه حركة الجسم، بالإضافة إلى أنَّه يُوَجَّه بشكل مماسّيّ للدَّائرة. (راجع الشَّكل أعلاه) ذلك وتابع مسار الأسهم، فالجسم الذي يتحرَّك في دائرةٍ يتسارع لأنه يُغيِّر شُعاع سرعته سواء من حيث مطال شُعَاع السُّرعة أو الاتجاه. فالجسم الذي يخضع لحركة دائريَّة مُنتظمة يتحرَّك بسرعة ثابتة، ومع ذلك فإنّه يتسارع نتيجة للتَّغيُّر في الاتجاه.

وطابع الحركة النهائيَّة لجسم يخضع لحركة دائريَّة منتظمة هي القُوَّة الإجماليَّة التي تؤثِّر عليه حيث تكون مُوجَّهَة نحو مركز الدائرة، ويُقال إنَّ هذه القُوَّة تكون إمَّا جاذبةً أو داخلةً لأنه دونها سيستمرُّ الجسم في خطٍّ مستقيمٍ دون أن ينحرف أبداً عن اتِّجاهه. إذاً وحتى الآن، ومع قُوَّة

اجماليّـة داخليّـة مُوَجَّهَـة عموديّاً مع شعاع السُّرعة، يُغَيِّر الجسم اتِّجاهه دائماً ويخضع لتسارع داخلي.



الحركة الدَّائريَّة غير المُنتظمة

تظهـر هذه الحركة عندما يتحرَّك جُسَـيْم علـى مسـارٍ دائـريٍّ بسـرعةٍ مُتَغَيِّـرة وهـي التي تدلُّ على تغيير في سـرعة الجُسَـيْم على طول مسـارٍ دائريٍّ كما هو مبيّن في الشَّـكل. ولاحظ بشـكل خاصّ التَّغيير في أحجام شعاع السّرعة وهو ما يُبَيِّن تغيير مطال السُّرعة.

يوهانس كيبلر

Johannes Kepler

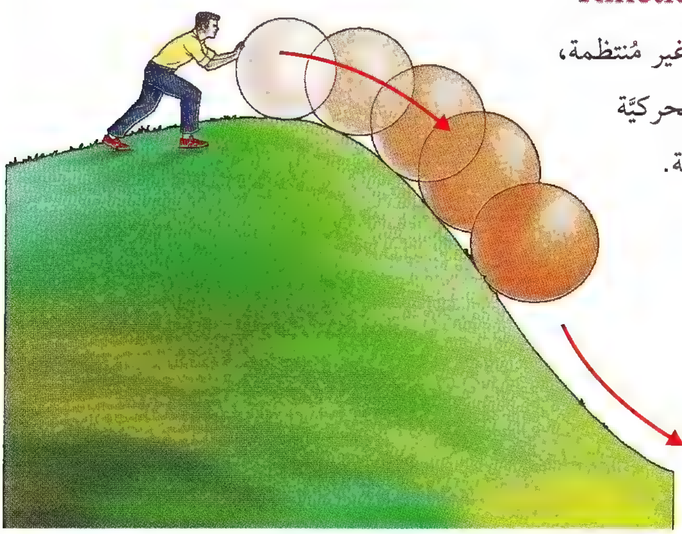
عالم الرِّياضيّات والفلك الألماني الذي اشتهر بالقوانين المُسَمَّاة باسمه حول حركة الكواكب. وقدّمت أعماله هذه أيضاً إحدى أُسُس نظريّة إسحاق نيوتن حول الجاذبيّة الكونيّة. في عام 1609 نَشَرَ قانونيه الأوّل والثّاني لحركة الكواكب، وهما قانون الإهليليج وقانون المناطق المتساوية. ولد إسحاق نيوتن سنة 1642 وتوفي سنة 1727.





الحركة الدائريّة غير المنتظمة

الطّاقة الحركيّة Kinetic Energy



الطّاقة الحركيّة

عندما تحدّثنا عن حركةٍ دائريّةٍ غير مُنتظمة، توقّفنا عند مفاهيم الطّاقات الحركيّة والكامنة وعلاقتها مع الحركة.

والطّاقة الحركيّة هي القدرة على الحركة، حيث أنَّ الجسم الذي يمتلك حركةً سواء كانت رأسيّةً أو أفقيّةً، وهذا يعني أنه يمتلك طاقةً حركيّةً التي يكتسبها بسبب حركته. وكلمة «Kinetic» مُشتقّة من كلمةٍ يونانيّةٍ تعني تَحَرُّك، وكلمة «الطّاقة Energy» هي القدرة، ولهذا فالطّاقة الحركيّة هي القدرة على القيام بعملٍ، فكلّما زادت سُرعة الجسم سيتمّ إنتاج المزيد من الطّاقة الحركيّة. أي كلّما زادت كتلة وسرعة جسم، سيكون هناك المزيد من الطّاقة الحركيّة. فمع تسارُع القطار نحو أسفل التّل يتمُّ تحويل طاقته الكامنة إلى حركيّة، ليصل إلى أسفل التّلّ بالقليل جدّاً من الطّاقة الكامنة وبكمّيّةٍ كبيرةٍ من الطّاقة الحركيّة. يتمُّ حساب قيمة الطّاقة الحركيّة بحاصل ضرب كتلة الجسم m بمربع سرعته v، مما يُبيِّن أنَّ الطّاقة الحركيّة لجسم تتناسب طرديّاً مع مُربّعِ سرعته. وهذا يعني أنَّ زيادة السُّرعة بمقدار الضّعف سوف يزيد الطّاقة الحركيّة أربعة أضعاف.



هل تعلم؟

- أنَّ الطّاقة الحركيّة تُشير إلى الطّاقة التي يكوّنها الجسم كنتيجة لحركته؟
- وأنَّ السّيّارة تمتلك طاقة حركيّة أثناء سيرها؟

الطّاقة الكامنة Potential Energy

إنّها الطّاقة المُخزَّنة في جسم. ولهذه الطّاقة إمكانيّة القيام بعمل، حيث تُزوّد الجاذبيّة الجسم بها عند سحبه إلى الأسفل. ثابت الجاذبيّة g هو مقدار تسارع الجسم بسبب

الجاذبيَّـة، قيمتـه حوالى 9.8 متـراً في الثانيـة على الأرض.
والمعادلة للحصول على الطاقة الكامنة بسبب الجاذبيَّة هي:

$$PE = mgh$$

وكُلَّمَـا اقترب جسـمٌ من الأرض، تنخفض طاقتـه الكامنة وتزداد طاقتـه الحركيَّة بنفس المقدار تماماً فمثـلاً، بعد ثانيةٍ واحدةٍ إذا كانت الطَّاقة الكامنة لجسـمٍ قد انخفضت عشر وحدات، وهذا يعني أنَّ طاقته الحركيَّة تكون قد ارتفعت بمقدار عشر وحدات، حيـث وحدة القيـاس هي الجـول Joules. ومُحَـرِّك الرَّفع من مدينـة الملاهـي يُقدِّم طاقـةً كامنةً عنـد رَفْع القطـار إلى أعلى التَّـل، وكلَّما تَمَّ رفع القطار بواسـطة المُحَرِّك يتم إنتاج المزيد مـن الطاقة الكامنة، وبالتَّالي يتمُّ تشـكيل كميَّـة أكبر من الطَّاقة الحركيَّـة عندمـا يتـمّ إسـقاط القطار. ففـي الجزء العلـويّ من التِّلال يمتلك القطار مقـداراً هائلاً من الطَّاقة الكامنـة والقليل جدّاً من الطّاقة الحركيَّة.



هل تعلم؟

- أنَّ للشَّخص الذي يقف على لوح الغطس فوق بركة السِّباحة طاقةٌ كامنةٌ جاذبةٌ؟
- وأنَّ مُعظم أنواع الطَّاقة إمّا أن يكونوا على شكلٍ من أشكالِ الطَّاقة الحركيَّة أو الطَّاقة الكامنة؟



الطّاقة الكامنة

العَزْم

ما هو العَزْم؟

يصف العَزْم مدى قُوَّة الشَّيء المُتَحَرِّك، حيث الأشياء السَّاكنة لا تمتلك العزم. وتتمتَّع الأجسام المتحرِّكة بعزمٍ أقلّ إذا كانت خفيفةً أو تتحرَّك ببطءٍ، والمزيد من العزم إذا كانت ثقيلةً أو سريعة الحركة. وبِسَبَب العَزْم، فالكوكب أو النّجم الذي يتحرَّك في الفضاء عادةً ما يحتفظ بنفس اتِّجاهه ما لم يحدث شيء في اتِّجاهٍ آخر. فالشَّمس تبقى تدور على درب التَّبَّانة، كما تستمرّ الأرض بالدَّوَران حول الشَّمس. لكن على الأرض فالاحتكاك باليابسة أو بالهواء يعيق الجسم تدريجياً ويجعله يتوقَّف. وهنالك طريقةٌ واحدةٌ للتَّفكير في العزم وهي قياس مدى صعوبة إيقاف جسم الذي سيكون لديه المزيد من القُوَّة الدّافعة إذا كان حجمه أكبر أو إذا كان يسير بشكلٍ أسرع، لذلك نجد أنه يساوي حاصل ضرب الكتلة بالسُّرعة. فإذا كانت السَّيَّارة تتَّجه نزولاً من الصَّعب إيقافها حتى لو كانت سرعتها منخفضة. أو إذا قام شخصٌ ما بضرب كرة البيسبول نحوك، فإنَّه من الصَّعب اعتراضها على الرّغم من صغرة



الأشياء المُتَحَرِّكة تمتلك عزماً أقل

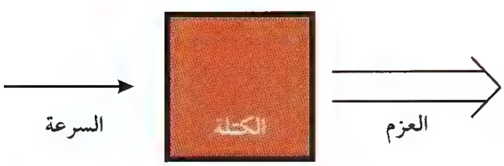
حجمها وذلك لأنَّها تتحرَّك بسرعةٍ كبيرةٍ. ولو كانت السَّيَّارة تسير بسرعةٍ، سيكون هناك صعوبةٌ أكثر لوقفها لأنَّها تمتلك كتلةً كبيرةً وسرعةً عاليةً. هذا هو السَّبَب في خطورة المشي على سكَّة القطار لأنَّه كبير الحجم ويسير بسرعة، وبالتَّالي فإنَّه يستغرق وقتاً طويلاً للتَّوَقُّف، فالسَّائق لا يمكنه وقف القطار ببساطة حالما يراك. وهناك نوعٌ خاصٌّ من العزم هو الزَّاوي Angular Momentum، الذي يحدث عندما يدور الجسم مراراً وتكراراً نحو الأعلى بدلاً من التَّوَجُّه بشكلٍ مباشرٍ مثل كرة البيسبول أو السَّيَّارة. ومَرَّةً أخرى، وفي هذا النوع الخاص الأجسام الأكبر والأسرع إيقافها يكون أصعب. ففي الفضاء، والسّديمات، والنُّجوم، والثُّقوب، والسَّوداء والكواكب، كلّها تمتلك عَزْم زاوية لأنّها تسير بشكلٍ دوَّار. وقانون انحفاظ العزم يخبرنا أنَّه لا يمكنك أن تخسر العزم ببساطه، إنَّما يجب تبديده في مكانٍ ما.



هل تعلم؟

- أنَّ قانون انحفاظ العزم مُدرج ضمن قوانين نيوتن للحركة؟
- وأنَّ الجسم ذو الكتلة أو السُّرعة الأكبر يمتلك العزم الأكبر؟

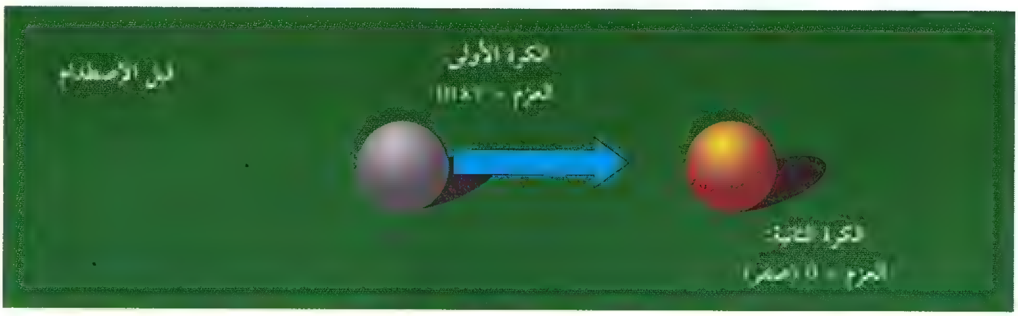
أساسيات العزم



العزم يساوي الكتلة مضروبة في السُّرعة، فهو مقدارٌ شعاعيٌّ آخر يأخذ نفس اتِّجاه السُّرعة. ولأنَّ العلماء حسبوا العزم على أساس كتلة الجسم وسرعته، وهذا يُبيِّن أنَّه يُعرِّف مدى صُعُوبة إيقاف ذلك الجسم. فإذا ركضت، ولديك كتلةً من 50 كيلوغرام وسرعة 10 أمتار في الثانية الواحدة (سريع حقّاً)، سيكون العزم الخاصّ بك 500 kg-m /sec. يزداد العَزْم مع ازدياد الكتلة أو السُّرعة، لأنَّ العزم لِجِسْمٍ أو مجموعة من الأجسام (نظام) سيبقى هو نفسه إذا ما تُرِكَ بمفرده، وهو ما يعرف بالعزم الانحفاظي. وعند رمي الكرة على شخصٍ وإصابته بشكلٍ قاسٍ، تكون مُوجعةً لأنّه كان من الصَّعب أن اعتراضها. فَكِّر في الأمر، فإذا قمت برمي كُرَةٍ صغيرةٍ وأخرى كبيرة بنفس السُّرعة، فالكُرَة الكبيرة سترتطم بالشَّخص بعزمٍ أكبر، وسيكون من الصَّعب اعتراضها وبالتالي ستكون أكثر إيلاماً، لأنّه عندما تكون الكُتلة أكبر يكون العزم أيضاً أكبر.

انحفاظ العَزْم

للتّصادمات المَرِنة عزمٌ ثابتٌ، في حين أنَّ التَّصادمات غير المَرِنَة تفقد عزمها. وكما ذكرنا سابقاً أنَّ العزم لِجِسْم معزُول يكون انحفاظي، فإذا كانت القُوَّة الاجماليَّة المُؤثِّرة عليه هي صفر، عندها سيكون العزم الخَطِّي ثابت. في التَّصادم المرن لا يوجد هدر في الطَّاقة الحركيَّة، بل تبقى كلها في الجسم، ولذلك نقول: إنَّه تمَّ الحفاظ عليها. وإذا لم تتغيَّر الطَّاقة الحركيَّة، قيمة العزم لن تتغيّر أيضاً، علماً أن الطَّاقة هي قيمة عدديَّة وليست شعاع، لذلك لا يهمُّ تغيير الاتّجاه. حاول رمي قطعة من الطِّين على الأرض، فعندما يرتطم بالأرض، البعض من طاقته الحركيَّة ستضيع على شكل حرارة وصوت في الأرض والهواء، والبعض من الحرارة يبقى في الطِّين. وبما أنَّ السُّرعة عند الارتطام تصبح صفر، كذلك سيكون العزم. فالطَّاقة لا تزال موجودة، لكنَّها تتوزَّع في أماكن مختلفة.



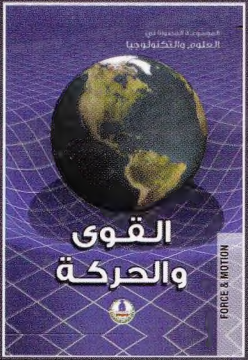
ينقل الاصطدام العَزْم من الكُرَة الأولى إلى الثّانية



يُبيِّن هذا الرَّسم البياني أن العَزْم هو قياس كُتلة الأجسام وسرعتها

الموسوعة المصورة في
العلوم والتكنولوجيا
PICTORIAL SCIENCE INFOPEDIA

- الوقت
- القوى والحركة
- الهواء
- الأرض
- الكون
- الطب
- الإتصالات
- الطيران
- الرجل الآلي
- السيارات
- الحاسب الآلي
- التكنولوجيا
- جسم الإنسان
- المغناطيسية
- الكهرباء
- الصوت
- الخلايا
- المحيطات
- تقنية الصغائر (النانو)
- رحلات الفضاء
- الضوء
- الحرارة
- الكيمياء وعناصرها
- حالات المادة: الصلب، السائل والمتبخر



العُلوم هي منظومة الحُصول على المعرفة إستنادًا على النَّظريّات التي تُطبّق من خلال إجراء البُحث والتّجارب العلميَّة. هذه الموسوعة التي بين يديك تُشكل مجموعة مراجع أساسيَّة تؤمّن لك الأُسس الفعَّالة للإبحار في مُختلف الإختصاصات العلميَّة. إنَّها مصدر قيِّم للطُلاب والمُتخصّصين، يعرض القوانين والقواعد العلميَّة بأسلوب شيِّق وسهل مُستندًا إلى الصور الملوَّنة والإختبارات العلميَّة التي ترسّخ المعلومة بشكلٍ ثابت في الأذهان.

PICTORIAL
SCIENCE
INFOPEDIA

Dar El Rateb دار الراتب الجامعية
P.O.Box 14/5229 Beirut - Lebanon
Telefax: 00961 1 853993 - 853895
Website : www.dar-elrateb.com
Email: info@dar-elrateb.com

ISBN 978-9953-30-683-4
9 789953 306834